

**ХАРЬКОВСКАЯ ОБЛАСТНАЯ ГОСАДМИНИСТРАЦИЯ  
УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ  
И ИХ ИНФОРМАЦИОННОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**МАТЕРИАЛЫ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ**

**ХАРЬКОВ 2006**

## **ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ**

<b>Товажнянский Л.Л.</b>	председатель оргкомитета, ректор Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», доктор техн, наук, проф.
<b>Сокол Е.И.</b>	зам. председателя оргкомитета, первый проректор Национального технического университета «Харьковский политехнический институт», доктор техн, наук, проф.
<b>Мамалуй А.А.</b>	зам. председателя, зав. кафедрой общей и экспериментальной физики, д-р физ.-мат. наук, проф.

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ**

<b>проф. Мамалуй А.А.</b>	председатель
<b>проф. Беляева А.И.</b>	зам. председателя
<b>доц. Якуша В.К.</b>	зам. председателя
<b>доц. Синельник И.В.</b>	зам. председателя
<b>доц. Федорченко В.И.</b>	зам. председателя
<b>доц. Подъячая Е.Н.</b>	ученый секретарь

---

Печатается по решению ученого совета НТУ «ХПИ»  
Протокол № 12 от 19.04.06

## РЕГЛАМЕНТ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

26 апреля 2006 г., среда

### ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

12<sup>30</sup>, ФИЗИЧЕСКИЙ КОРПУС, БОЛЬШАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ  
АУДИТОРИЯ

**Открытие VI региональной студенческой научной конференции**  
**«Актуальные проблемы физики и их информационное обеспечение»**

Ректор Национального технического университета  
«Харьковский политехнический институт», доктор техн.  
наук,  
**проф. Товажнянский Л.Л.**

Первый проректор Национального технического  
университета «Харьковский политехнический институт»,  
доктор техн. наук,  
**проф. Сокол Е.И.**

Зав. кафедрой общей и экспериментальной физики, д-р физ.-  
мат. наук, **проф. Мамалуй А.А.**

### 27 апреля секционные заседания:

10<sup>25</sup> 9 ауд. У2 **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СЕКЦИЯ**

12<sup>00</sup> 9 ауд. У2 **ИНЖЕНЕРНАЯ СЕКЦИЯ**

10<sup>25</sup> 213 ауд. У2 **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ**

10<sup>25</sup> оптический практикум. У2 **СЕКЦИЯ ИСТОРИИ ФИЗИКИ**

## ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

12<sup>35</sup> Большая физическая аудитория У2

1. **ТЕОРИЯ ТЯГОТЕНИЯ ОТ ПИФАГОРА ДО ЭЙНШТЕЙНА**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»* 12  
*Ст. В.Ю. Данилин, А.А. Еремеев,  
Рук. проф. А.А. Мамалуй, проф. Е.С. Сыркин*
2. **ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»* 13  
*Ст. Е.И. Махноносов, С.Г.Яровой  
Рук. проф. А.А. Мамалуй, проф. Е.С. Сыркин*
3. **ГОНИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ДИСПЕРСИИ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПРОЗРАЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**  
*Национальный технический университет* 14  
*«Харьковский политехнический институт»  
Ст. Е.А. Костик  
Рук. проф. А.И. Беляева*
4. **FURNITURE SPRING BELLS AND AIR ACOUSTIC FILTERS**  
*V.Karazin Kharkiv National University  
University of Northern Colorado* 16  
*Students: V. Almaz, N. Nikolaenko, Z. Armstrong  
Advisors: A. Kazachkov, PhD, Assoc. Prof., C. Willis, PhD, Prof.,  
A. Vankevich, PhD, Senior Researcher*
5. **СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ И КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ**  
*Национальный технический университет* 18  
*«Харьковский политехнический институт»  
Ст.: Д.Н. Литвин, Я.С. Писоцкая  
Рук. проф. Е.С. Сыркин, доц. В.А. Лыках, ст пр. Т.В. Свитенко*
6. **ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ МОМЕНТЫ И РАЗБИЕНИЯ ТРЕУГОЛЬНИКОВ**  
*Харьковский национальный аэрокосмический университет им.  
Н.Е. Жуковского «ХАИ»* 20  
*Ст. Д.А. Казачкова  
Рук. м.н.с. ФТИНТ НАНУ Т.В. Игнатова*

\

**27 апреля 2006 г. четверг**

## НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СЕКЦИЯ

10<sup>25</sup> 9 аудитория У2

1. **ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ПРОТОНАМИ И ЭЛЕКТРОНАМИ НА СУБСТРУКТУРУ КВАЗИКРИСТАЛЛОВ  $Ti_{41.5}Zr_{41.5}Ni_{17}$**  22  
*Национальный технический университет «ХПИ»*  
*Ст. Е.Е. Чернохвостенко*  
*Рук. к. ф.-м. н. С.В. Малыгин*
2. **ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОЛНЫ В КУБИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТКАХ** 25  
*Национальный технический университет «ХПИ»*  
*Ст. А. К. Парамонов*  
*Рук. проф. Е. С. Сыркин*
3. **ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ Bi-Sb** 27  
*Национальный технический университет «ХПИ»*  
*Ст. Д.С Орлова.*  
*Рук. асп. А.А. Дроздова*
4. **УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ** 28  
*Национальный технический университет «ХПИ»*  
*Ст. С.Н. Попов*  
*Рук. проф. Е.И. Рогачева, инж. Д.В. Гайворонский*
5. **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТА** 29  
*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*  
*Ст. А.С. Власенко, А.Я. Захарченко*  
*Рук. доц. А.А. Галуза*
6. **УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КРИОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ** 30  
*Национальный технический университет «ХПИ»*  
*Ст. А.Н. Крайнюков, А.М. Левченко*  
*Рук. асп. А.Н. Нечай.*
7. **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ** 31  
*Национальный технический университет «ХПИ»*  
*Ст. Е.Н. Замлер*  
*Рук. асп. А.Н. Нечай*

## НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

1. **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОСТУ ФРАКТАЛЬНИХ КЛАСТЕРІВ**  
*Національний технічний університет  
 "Харківський політехнічний інститут"* 32  
*Ст. К.І. Красильников, С.Л. Мухін, О.С. Соловей  
 Кер. доц. І.В. Синельник*
  
2. **КАМЕРА-ОБСКУРА – ПРООБРАЗ СОВРЕМЕННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ.**  
*Национальный технический университет  
 „Харьковский политехнический институт”* 34  
*Ст.: В.А.Ферман, Т.А. Заец  
 Рук.: доц. А.Я. Дульфан, доц. Ю.В. Меньшов*
  
3. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ЛИНИЙ РАВНОГО ХРОМАТИЧЕСКОГО ПОРЯДКА.**  
*Национальный технический университет* 35  
*«Харьковский политехнический институт»  
 Ст. А.С.Дацько, А.М.Елистратов  
 Рук. доц. В.В.Мусил, доц. Е.Т.Лемешевская*
  
4. **ЭФФЕКТИВНАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ КАТАПУЛЬТА**  
*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина  
 Национальный технический университет «ХПИ»* 37  
*Ст. С. Гоменюк, Ю. Лозовская, Н. Николаенко,  
 А. Сидоренко, Е. Яблинская  
 Рук. доц. Н.Н. Ефимова, доц. А.Р. Казачков, проф. Е.С. Сыркин*
  
5. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ ТЕЛ МЕТОДОМ ТРОЙНОГО ПОДВЕСА**  
*Национальный технический университет* 39  
*«Харьковский политехнический институт»  
 Ст. М. А. Ливада, М. Пимахин  
 Рук. асс. С.С. Кривонос, асс. Т.Н. Шелест*
  
6. **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕМЫ ПРИГОЖИНА О МИНИМУМЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭНТРОПИИ В СТАЦИОНАРНОМ НЕРАВНОВЕСНОМ СОСТОЯНИИ**  
*Национальный технический университет «ХПИ»* 41  
*Ст. Е.Н. Гурьев, В.В. Мудрак  
 Рук. доц. В.В. Ушаков*
  
7. **О ПЛАВАЮЩИХ КАПЛЯХ, АНТИПУЗЫРЯХ И МЫЛЬНЫХ ПУЗЫРЯХ** 44  
*Национальный технический университет*

*«Харьковский политехнический институт»  
Ст.: Парненко С.Ю.  
Рук. доц. Кульчицкая А.К.*

8. **КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРОБОЯ**  
*Национальный технический университет  
“Харьковский политехнический институт”  
Ст. А.Киселев  
Рук. доц. И.В.Синельник* 46
9. **ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ**  
*Национальный технический университет  
“Харьковский политехнический институт”  
Ст. С.Н.Дорошенко, А.Е. Чаган  
Рук. доц. Е.Н. Подъячая, И.В. Синельник* 48
10. **ТРЕХКАСКАДНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. Е. В. Глуценко Рук. асс. И. В. Галуцак* 49
11. **ЭЛЕКТРОННЫЙ СИГНАЛИЗАТОР ПРЕВЫШЕНИЯ ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ВОДЫ**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. А. В. Десятниченко, А. С. Шкурпела  
Рук. доц. А. К. Кульчицкая* 51
12. **СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ ИОНОСФЕРНЫХ РЯДОВ**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Харьковский Национальный университет  
им. В.Н. Каразина  
Ст. В.С.Лысенко  
Рук. доц. Ю.И. Подъячий, асп. Н.А. Кузьменко* 52

## ИНЖЕНЕРНАЯ СЕКЦИЯ

12<sup>35</sup> 9 аудитория У2

1. **ОДНО ИЗ КРУПНЕЙШИХ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ФИЗИКИ XX ВЕКА: МАЗЕРЫ И ЛАЗЕРЫ.**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»* **54**  
*Ст. И. Щербина, М. Г. Катеринич, А.С. Шкурпела*  
*Рук. проф. А. А. Мамалуй, доц. А.К. Кульчицкая*
2. **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО СИСТЕМОЙ ПРОВОДНИКОВ С ТОКАМИ**  
*Национальный технический университет "ХПИ"* **57**  
*Ст. А.А. Лысенко*  
*Рук. доц. М.В Лебедева, доц. С.Д. Гапоченко*
3. **ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**  
*Национальный технический университет  
"Харьковский политехнический институт"* **59**  
*Ст. К.С. Гришко*  
*Рук. доц. Я.С. Павляк*
4. **ФЛУКТУАЦИИ И САМООРГАНИЗАЦИЯ.**  
*Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"* **61**  
*Ст. В.А. Маршала*  
*Рук. доц. Н.И. Гнидаш, доц. Е.Н. Подъячая*
5. **ПРИНЦИПЫ ПРОСТОТЫ И ЕДИНСТВА В ФИЗИКЕ: ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»* **63**  
*Ст. М. Волченко*  
*Рук: доц. С.Д. Гапоченко*
6. **КОЛЕБАНИЯ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»* **66**  
*Ст. А. Лазаренко .*  
*Рук. доц. С. Д. Гапоченко , ст.пр. А.С. Толстенко*
7. **ИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЦА** **68**



*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. Р. В. Ферлий  
Рук. доц. Г. И. Копач*

8. **АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. А.Н. Леценко  
Рук. доц. Т.И. Храмова* **71**
9. **ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. О.И. Лосев  
Рук. доц. Т.И. Храмова.* **72**
10. **КРИСТАЛЛЫ В ПЫЛЕВОЙ ПЛАЗМЕ**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. Гаврилов Е.Н.  
Рук. ст. пр. Галуза Г.Е., доц. Пилипенко В.В.* **74**
11. **О НЕКОТОРЫХ НЕТРАДИЦИОННЫХ РЕШЕНИЯХ В РАЗВИТИИ ЭНЕРГЕТИКИ**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. Л.Н. Падалий  
Рук. асс. И.В. Галушак* **75**
12. **ИЗ ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ**  
*Национальный политехнический институт  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. О.Н. Борсук, В.С. Рыжкова  
Рук.: доц. В.К. Якуша, ст. пр. Т.Г. Ходячих* **77**

## **СЕКЦИЯ ИСТОРИИ ФИЗИКИ**

- 1 **ВКЛАД М.В.ОСТРОГРАДСКОГО В  
ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА  
ФИЗИКИ** **78**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст.: К.О. Балашов, А. Ятченко  
Рук.: ст. преп. Т.В. Свитенко-Краснокутская*
- 2 **ЗАКОН ИНЕРЦИИ. ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ  
И РЕНЕ ДЕКАРТ** **82**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. О. Харитонова  
Рук.: доц. С.Д. Гапченко, доц. М.В. Лебедева*
- 3 **УКРАИНСКИЙ ФИЗИК И.П. ПУЛЛОЙ  
(ИЗ ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ)** **84**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст.: А.С. Ковардин  
Рук.: ст. преп. Т.В. Свитенко-Краснокутская*
- 4 **ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ – ФИЛОСОФСКИЙ  
ФУНДАМЕНТ ФИЗИКИ** **86**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. М.Б. Гарник  
Рук. доц. В.И. Белозерцева, ст. пр. А.С. Толстенко*
- 4 **Л.В. ШУБНИКОВ И ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР** **88**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. С.В. Ефименко  
Рук. доц. В.И. Белозерцева, ст. пр. А.С. Толстенко*
- 6 **ВОЗДУШНЫЙ КОНДИЦИОНЕР ДЛЯ КОМПЬЮТЕРА  
НА ТЭМ ПЕЛЬТЬЕ** **89**  
*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. А.В. Ментий  
Рук. доц. В.И. Белозерцева, асс. И.А. Корж*
- 7 **ОРГАНИЧЕСКИЕ ДИСПЛЕИ** **90**

- Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. Е.В. Козловская, К.Ю. Кузьменко  
Рук. асс. И.А. Корж*
- 8 **РОССИЙСКИЙ НОБЕЛЕВСКИЙ ЛАУРЕАТ АЛФЕРОВ.**  
*Национальный технический университет  
"Харьковский политехнический институт"  
Ст. И. С. Лавриненко 91  
Рук. доц. Н. Б. Фатьянова,  
ст. преп. Т.В. Свитенко-Краснокутская*
- 9 **ФИЗИКА И ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО**  
*Харьковский национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт» 93  
Ст. С.В. Сердюк, В.Е.Сердюк,  
И.С. Башмаков, И.В. Филимонова  
Рук. доц. Л.Г. Петренко, ст.пр. А.С. Толстенко*
- 10 **ЗНАМЕНИТЫЕ ХАРЬКОВЧАНЕ –  
АКАДЕМИК Н.П.БАРАБАШОВ**  
*Харьковский национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт», 96  
Харьковский национальный университет им.В.Н.Каразина  
Ст. О.А. Сошенко  
Рук. доц. Л.Г. Петренко, доц. А.М. Грецкий*
- 11 **ЭТИЧЕСКИЕ И ПРАВСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА**  
*Харьковский национальный технический университет 98  
«Харьковский политехнический институт»,  
Ст. Т.П. Саламаха  
Рук. доц. Л.Г. Петренко*

## ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

### ТЕОРИЯ ТЯГОТЕНИЯ ОТ ПИФАГОРА ДО ЭЙНШТЕЙНА

*Национальный технический университет  
“Харьковский политехнический институт”*

*Ст.: А. А. Еремеев, В.Ю. Данилин*

*Рук.: проф. А. А. Мамалуй, проф. Е.С. Сыркин*

Попытка построения единой теории вселенной берет свое начало еще со времен Древней Греции. Люди подсознательно стремились создать общую картину мира на основе имеющихся знаний, пытались понять и объяснить явления природы.

Известно, что наблюдение — основа познания и начало всех наук. Некоторые из ученых и мудрецов древности пытались объяснить наблюдаемые процессы и явления путем сопоставления и проведения аналогий с уже известными фактами. Например, Пифагор наблюдал за известными ему 7 небесными телами и пытался построить общую картину мира. Он предполагал, что Мир представляет собой систему хрустальных сфер, в центре которой находится огонь, а небесные тела движутся по своим орбитам. Занимаясь изучением колебаний струн, Пифагор сопоставил 7 нот музыкального ряда с 7 небесными телами. Современный музыкальный лад основан Пифагором. В поисках гармонии он первым попытался описать мироустройство. Всем известны слова великого Шекспира: «О музыка высоких сфер». Имеется в виду музыка гармонии пифагоровских сфер. Древнегреческий ученый Птолемей наблюдая за движением небесных тел в I веке н.э. выдвинул геоцентрическую теорию строения мира. Считая окружность идеальной фигурой, он первым ввел понятие циклов и эпициклов движения планет. Значительно позже, уже в 16 веке Коперник пересмотрел теорию Птолемея и построил свою гелиоцентрическую модель мира. Это была поистине революция в науке. Главная ценность заключается в том, что впервые было закреплено центральное положение Солнца в планетарной системе. Однако эти теории не давали ответ на вопрос о причинах такого характера движения. Большой вклад в науку внесли эмпирические законы Кеплера, основанные на наблюдениях Тихо Браге. Он первым описал движение планет с точки зрения их взаимодействия с другими телами. Ньютон физически обосновал любое движение с помощью гравитации и вывел свой знаменитый закон всемирного тяготения. Эйнштейн развил идеи Ньютона о эквивалентности инерционной и гравитационной массы. Ускорение свободного падения — напряженность гравитационного поля, если сила действует на единичную массу. На этих основных тезисах и построена знаменитая теория гравитации, более известная как ОТО — общая теория относительности.

# ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ В КУРСЕ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

*Национальный технический университет  
“Харьковский политехнический институт”*

*Ст.: Е.И. Махносов, С.Г. Яровой*

*Рук.: проф. А.А. Мамалуй, проф. Е.С. Сыркин*

В настоящее время общая теория относительности, или теория тяготения Эйнштейна, стала важным элементом современной культуры. Именно поэтому ее основы и элементарные понятия должен знать каждый образованный человек. Однако ОТО сформулирована в тензорной форме, что делает ее недоступной для людей, не знакомых с тензорным анализом. Возникает проблема создания такой теории, которая, с одной стороны, была бы доступна для ее понимания большинству людей, а с другой стороны, без «вулгаризации и профанации» была бы адекватна рассматриваемым явлениям. Целью данного доклада является изложение новой теории, получившей название «концепция сжатого пространства», разработанной на кафедре общей физики МФТИ [1]. Эта теория полностью совместима с ОТО и в то же время не содержит тензорных величин, что дает возможность изучать ее студентам 1-2 курсов. Существенное упрощение математического аппарата способствует лучшему пониманию основ теории гравитации и ОТО в целом. Концепция сжатого пространства предполагает рассмотрение гравитационного поля тяготеющей массы как проявления неоднородного сжатия пространства вокруг этой массы. Здесь можно провести аналогию с абсолютно прозрачной неоднородной оптической средой с показателем преломления  $n_{\text{опт}}(x)$ , зависящим от координат. Каждая точка  $x$  евклидова пространства в выбранной системе координат может характеризоваться двумя малыми окрестностями: «пустой» евклидовой окрестностью в отсутствие оптической среды, и «заполненной» окрестностью в среде. В этих окрестностях вводят две длины пути: геометрическую длину  $dl$  в «пустой» окрестности и оптическую длину пути  $dr = n_{\text{опт}}(x)dl$  в «заполненной» окрестности. При помощи методики КСП можно решать задачи ОТО с применением более простых понятий и правил. В КСП пространство-время плоское, что существенно упрощает математический аппарат при расчетах. Например, используя стандартный лагранжев формализм, который включает в себя функцию Лагранжа, описывающую все механические свойства системы, и принцип наименьшего действия, состоящий из уравнений Лагранжа, можно решать такие задачи, как движение релятивистской частицы в гравитационном поле Солнца и траектория частицы в поле с центральной симметрией. Курс лекций, разработанный на основе КСП, читался для студентов 1-2 курсов МФТИ. В своих отзывах они в целом положительно отзывались о содержании курса, особенно отмечая доступность, простоту и наглядность формируемых образов.

## ГОНИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ

# ДИСПЕРСИИ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПРОЗРАЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Е.А. Костик*

*Рук. проф. А.И. Беяева*

Показатели преломления являются основными оптическими константами кристаллов. Они относятся к числу таких констант, которые могут быть измерены наиболее точно и надежно, поэтому измерением их пользуются как для диагностики кристаллов, так и для выявления вариаций их химического состава [1].

К точным методам измерения показателей преломления твердых тел относятся метод призмы или гониометрический метод, рефрактометрический метод и метод И.В. Обреимова. Наиболее простым представляется иммерсионный метод [2]. Измерение показателей преломления на гониометре можно осуществить методом наименьшего отклонения, автоколлимационным методом, методом луча, нормально входящего в призму или нормально выходящего из призмы [3]. В данной работе рассматривается метод наименьшего отклонения.

Метод призмы - наиболее точный метод измерения показателя преломления твердых прозрачных тел. В этом случае показатель преломления кристалла измеряется на изготовленной из него призме с помощью гониометра.

В задачу настоящей работы входило создание экспериментальной установки (ЭУ) для определения дисперсии показателя преломления кристаллов методом призмы в видимом диапазоне спектра на базе гониометра Г-5. Источником излучения служила лампа ДРГС-12. Экспериментальная установка может быть использована для измерения углов между плоскими отражающими гранями оптических (механических) деталей и найдет широкое применение для измерения фокусных расстояний объективов, увеличения и углового поля телескопических систем.

На данной установке измерена дисперсия показателя преломления на известных тестовых призмах LiF, KBr. По найденным экспериментальным значениям углов призмы  $\alpha$  и наименьшего отклонения  $\theta$  показатель преломления  $n$  определен по формуле: 
$$n = \sin \frac{\alpha + \theta}{2} / \sin \frac{\alpha}{2}$$

Экспериментальная установка обеспечивает определение показателя

преломления с точностью не хуже  $\pm 10^{-4}$ .

Полученные значения показателя преломления  $n$  для LiF и KBr хорошо согласуются со справочными данными (рис.1). Погрешность измерения показателя преломления определена по формуле:

$$\sigma_n = \frac{n}{2} \sigma_\alpha \sqrt{2 \operatorname{ctg}^2 \frac{\alpha + \theta}{2} + \operatorname{ctg}^2 \frac{\alpha}{2}},$$

исходя из точности  $\sigma_\alpha = 2''$ , указанной в паспорте Г-5, и составляет  $\sigma_n = \pm 1,1 \times 10^{-5}$  для LiF и  $\sigma_n = \pm 1,2 \times 10^{-5}$  для KBr.

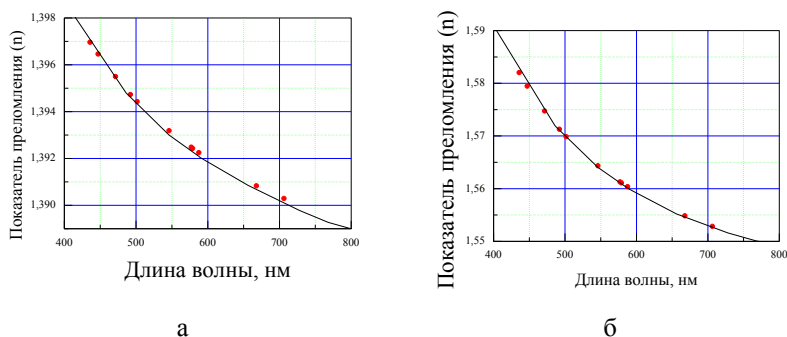


Рис. 1. Спектральная зависимость показателя преломления призмы из материала LiF (а) и KBr (б): точки – экспериментальные данные, полученные на созданной экспериментальной установке; сплошная кривая – справочные данные [4]

На созданной экспериментальной установке методом призмы были измерены показатели преломления неизвестных призм и определены марки их стекол по справочным данным [4].

Литература:

1. I. Kliava, A. Malakhovskii et al. Phys. Rev B71, (2005) 104406
2. Н.М.Меланхолин. *Методы исследования оптических свойств кристаллов*. М.: «Наука», 1969.
3. Г.В.Креопалова, Н.Л.Лазарева, Д.Т.Пуряев. *Оптические измерения*. М: Машиностроение, 1987. - 264 с.
4. Справочник конструктора оптико-механических приборов// М.Я. Кругер, В.Я. Панов и др. - М.-Л.:Машгиз, 1963. – 804 с.

## FURNITURE SPRING BELLS AND AIR ACOUSTIC FILTERS

***V.Karazin Kharkiv National University  
University of Northern Colorado***

***Students: V. Almaz, N. Nikolaenko, Z. Armstrong***

***Advisors: A. Kazachkov, PhD, Assoc. Prof., C. Willis, PhD, Prof.,  
A. Vankevich, PhD, Senior Researcher***

In a generally known ‘amusing’ demonstration in acoustics some solid object (a furniture spring, a coat hanger or even a soup ladle) is suspended by a wool thread and tapped to produce quite a common sound. But when the thread is held against the observer’s ear and thus suspended object is given another tap, one is much surprised to hear the rich sound of the ringing "bells". This amazing demo is certainly worth a try in the class. The standing waves set up in such an experiment are interesting to investigate; that was an objective of the joint US-Ukraine educational research project for undergraduate students.

Special attention has been given to the studies of the transmittance of excited sound waves through surrounding air – that is where low frequencies are ‘filtered’, i.e. damped due to their stronger absorption. Sufficient dispersion of sound wave absorption in the air makes ‘bell frequencies’ of tapped objects inaudible even from close distance.

Comparisons of the frequencies as transmitted through the air and the wool thread are given by Fig.1-2.

Here sound recorded with a digital audio-recorder has been analyzed in LabView and by some other means. Due account of the distance between the tapped spring and a recorder has been taken. Strength of the sound-exciting tap has been controlled.

No less of interest and instruction was it to study sound frequencies produced by differently sized long metal rods. They have been experimentally measured and compared to the theoretical fundamental calculated sound frequency.



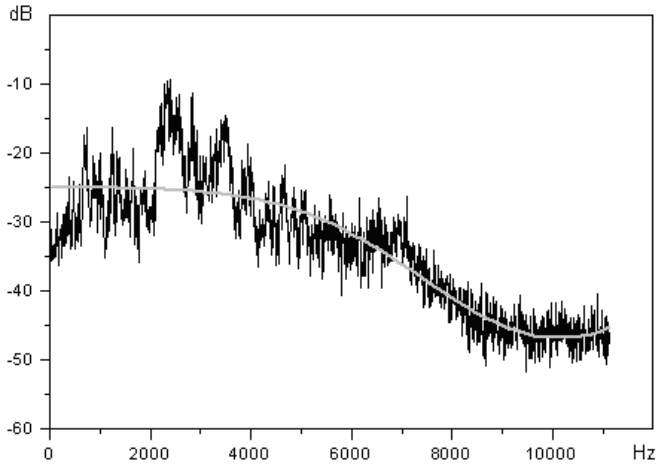


Fig.1. Sound frequencies produced by tapping a suspended furniture spring, recorded from a 60-cm distance through the air.

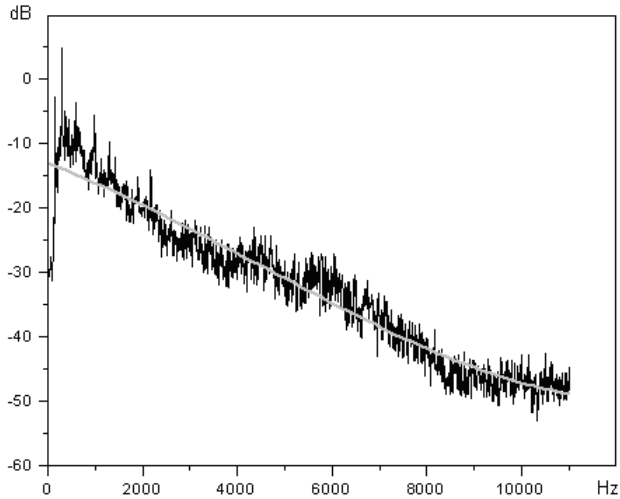


Fig.2. Sound frequencies produced by tapping a suspended furniture spring, recorded through 60-cm wool thread.

# СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ И КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст.: Д.Н. Литвин, Я.С. Писоцкая*

*Рук.: проф. Е.С. Сыркин, доц. В.А. Лыках,  
ст. преп. Т.В. Свитенко-Краснокутская*

Сейчас существует множество систем, в работе которых квантовые эффекты играют существенную роль (лазер, современные микросхемы, диоды Ганна). С появлением в 1982 году статьи Фейнмана стала развиваться идея разработки нового класса квантовых устройств – квантовых компьютеров (КК). В этой статье Фейнман отметил, что КК как квантовое устройство подчиняется закону квантовой механики, и его вычислительные возможности значительно превышают возможности обычного устройства. Следующим этапом развития идеи создания КК является статья Шора. В статье описан квантовый алгоритм факторизации (разложения на множители). КК имеет существенное преимущество над обычным компьютером: доказано, что квантовая система из  $N$  квантовых ячеек реализует квантовый вычислительный процесс, в ходе которого одновременно производится  $2^N$  вычислительных операций вместо  $2 \cdot N$  при обычных вычислениях.

Сама работа КК основана на краеугольном принципе квантовой механики – принципе суперпозиции:  $|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$ . То есть при  $0 < a, b < 1$  состояния перепутываются. В отличие от бита, который имеет  $2 \cdot N$  базисных состояния, кубит может находиться в любом суперпозиционном состоянии. Кубит – это квантовая система, которая имеет 2 базисных состояния  $|0\rangle$  и  $|1\rangle$  и может находиться в любом суперпозиционном состоянии. Например, для  $N=3$  все 8 двоичных чисел могут быть закодированы в трех кубитах одновременно. Эти состояния кубита берутся за счет квантомеханического перепутывания.

За значения  $|0\rangle$  и  $|1\rangle$  (базисных состояния) можно брать направления спина (спин вверх и спин вниз). При конкретной реализации КК возникает целый ряд проблем. Одной из проблем является проблема потери когерентных состояний. Рассмотрим конкретную реализацию кубитов для квантовых компьютеров – джозефсоновские кубиты.

Сверхпроводимость – макроскопическое квантовое явление. Открыта сверхпроводимость Камерлингом Оннесом в 1911 г. Явление сверхпроводимости это скачкообразное исчезновение сопротивления электрическому току при низких температурах. На сегодняшний день самая высокая температура сверхпроводящего перехода составляет при атмосферном

давлении 138 К, а при приложении гидростатического давления она может достигать 164 К. Среди основных свойств сверхпроводника есть: бесконечная проводимость ( $R = 0$ ), идеальный диамагнетизм (магнитное поле не проникает в толщу проводника – эффект Мейснера).

Джозефсоновские кубиты основаны на сверхпроводящих структурах, содержащих джозефсоновские контакты. Джозефсоновский туннельный контакт представляет собой два сверх проводника, разделенных тонким слоем диэлектрика.

Для того чтобы поведение цепи было квантово механическим, необходимо выполнения ряда условий: отсутствие диссипации (все металлические участки должны состоять из сверхпроводников), низкий уровень шумов, нелинейная индуктивность.

Конкретные реализации КК различаются физическими носителями базисных состояний. Например: спин одного электрона в спиитронеке, направление сверхпроводящего тока в кольце.

**Зарядовый кубит:** Рабочая температура в реальности всегда больше нуля, но если она достаточно низкая, то состояние маленького сверхпроводящего островка неотличимо от основного состояния (при  $T=0$  К). Такое состояние полностью задается числом пар электронов на островке. Однако физически это число может быть точно задано лишь в том случае, когда островок изолирован. Наш островок соединен с другим сверхпроводником туннельным контактом. Вблизи островка расположен «затвор», на который подается электронный потенциал. Подобрав величину потенциала можно добиться того, что электростатические энергии двух состояний, отличаются на единицу по числу электронных пар, будут очень близки (базис).

**Фазовые кубиты:** Это кольцо из нескольких сверхпроводящих островка, соединенных между собою туннельными контактами. Если поместить такое кольцо в магнитное поле, в нем возникнет незатухающий сверхпроводящий ток, направленный так, чтобы уменьшать магнитный поток через кольцо. Из условий квантования можно увидеть, что имеются два состояния кольца с противоположными направлениями токов (базис).

В общем, как показывает история науки, время от первых экспериментальных образцов до воплощения идеи в коммерческие продукты все более сокращается. Так что в обозримом будущем можно ожидать появления квантовых компьютеров в обиходе.

1. А.Н. Омелянчук, М.А. Оболенский. UNIVERSITATES науч.-поп. журнал. Поиски, находки, решения. «Квантовые компьютеры и Джозефсоновские кубиты». №2 с. 10-17, №3 с. 12-19, 2005 г.

2. Фейгельман. Компьютера, «Из чего ж это сделаны кубиты?.. » №37 2001 г.

# ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ МОМЕНТЫ И РАЗБИЕНИЯ ТРЕУГОЛЬНИКОВ

*Харьковский национальный аэрокосмический  
университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

*Ст. Д.А. Казачкова*

*Рук. м.н.с. ФТИНТ НАНУ Т.В. Игнатова*

Идея данной работы возникла при решении задачи о нахождении центробежного момента инерции ( $J_{yz} = \int_F yz dF$ , где  $dF$  – элемент площади) прямоугольного треугольника, для которого относительно главных осей  $J_{yz} = \pm \frac{b^2 h^2}{72}$ . Выбор знака здесь зависит от того, в какие квадранты (чётные или нечётные) попадёт большая часть площади треугольника (рис. 1). Так, в I варианте  $S_{\text{чёт}} = \frac{2}{3} S_{\Delta}$  и  $J_{yz} < 0$ , а во II варианте  $S_{\text{чёт}} = \frac{1}{3} S_{\Delta}$  и  $J_{yz} > 0$ .

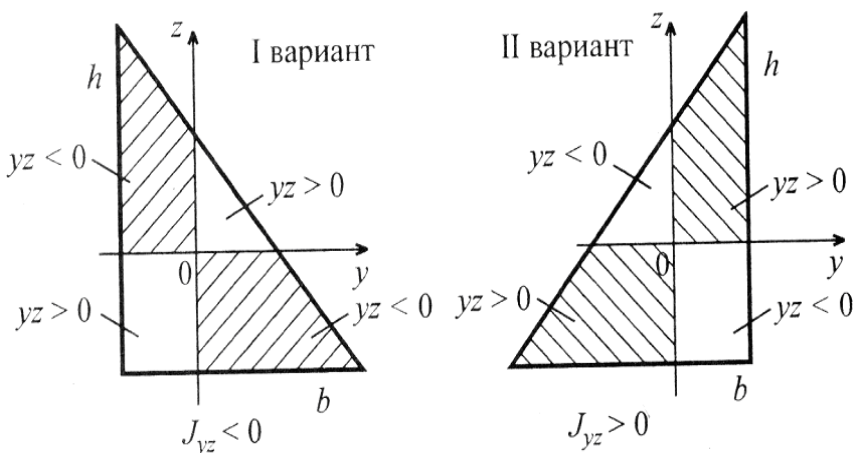


Рис.1. Нахождение знака центробежного момента инерции  
прямоугольного треугольника относительно главных осей [1].

Именно тогда возник вопрос, о том, как следует располагать «режущую систему координат», чтобы получить заданное соотношение площадей

( $\kappa = S_{\text{чет}}/S_{\Delta}$ ). Нами были получены точные решения для случая, когда треугольники произвольной формы разрезаются парой взаимно перпендикулярных прямых. Одна из них параллельна стороне треугольника (рис.2, построения выполнены в Origin 7.5). Случай произвольной ориентации «режущей системы координат» относительно сторон треугольника был изучен методом виртуального эксперимента.

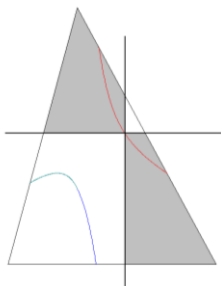


Рис.2. Геометрическое место центров системы координат, режущей треугольник, для случая  $\kappa=1/2$ .

Проверка результатов точных расчетов и компьютерного моделирования была произведена экспериментально путём разрезания и взвешивания картонных треугольных пластин (рис.3).

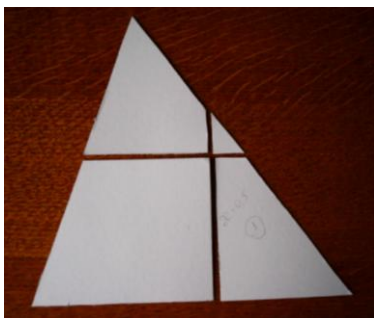


Рис.3.

Проведены аналогии с другими задачами о разрезании плоских фигур на части [2,3].

1. Кривцов В.С., Полтарушников С.А. Сопротивление материалов. – Харьков: Торнадо, 1999. – 351с.
2. Яглом И.М. Как разрезать квадрат? М.: Наука, 1968. – 112с.

## **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СЕКЦИЯ**

### **ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ПРОТОНАМИ И ЭЛЕКТРОНАМИ НА СУБСТРУКТУРУ КВАЗИКРИСТАЛЛОВ $\text{Ti}_{41.5}\text{Zr}_{41.5}\text{Ni}_{17}$**

***Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»***

***Ст. Е.Е. Чернохвостенко  
Рук. к. ф.–м. н. С.В. Малыхин***

Квазикристаллы – это интерметаллические фазы, обладающие осью симметрии 5-го порядка и отсутствием трансляционной инвариантности. То есть квазикристаллы неперiodичны, но строго упорядочены [1].

Большой класс известных стабильных квазикристаллов составляют квазикристаллы на основе титана.

Благодаря уникальному набору физических свойств, квазикристаллы системы Ti-Zr-Ni – это многообещающий материал для использования в авиации и автомобилестроении, для космического и реакторного материаловедения, в солнечной и ядерной энергетике, для накопления водорода в электротехнических приборах и т.д. Для оценки перспектив практического применения квазикристаллических материалов необходимо детальное изучение их структуры и свойств. В рамках феноменологического описания микроструктура изучена недостаточно. В отдельных работах при обсуждении ширины дифракционных максимумов было введено понятие «длины когерентности», что соответствует размеру области когерентного рассеяния для поликристаллов. Как способ для описания совершенства структуры некоторые авторы вводят понятие фоновых и фазовых деформаций [2]. Известно, что облучение элементарными частицами – это один из способов введения структурных дефектов и создания деформационных полей.

Целью данной работы являлось исследование изменения микроструктуры (размера области когерентного рассеяния и микродеформации) квазикристаллов в зависимости от полученной дозы облучения протонами и электронами с энергиями 100 кэВ. Образцами служили две квазикристаллические ленты состава  $\text{Ti}_{41.5}\text{Zr}_{41.5}\text{Ni}_{17}$ . Методом исследования являлась рентгеновская дифрактометрия. Проводился анализ расширения дифракционных максимумов в зависимости от угла дифракции – метод аппроксимации.

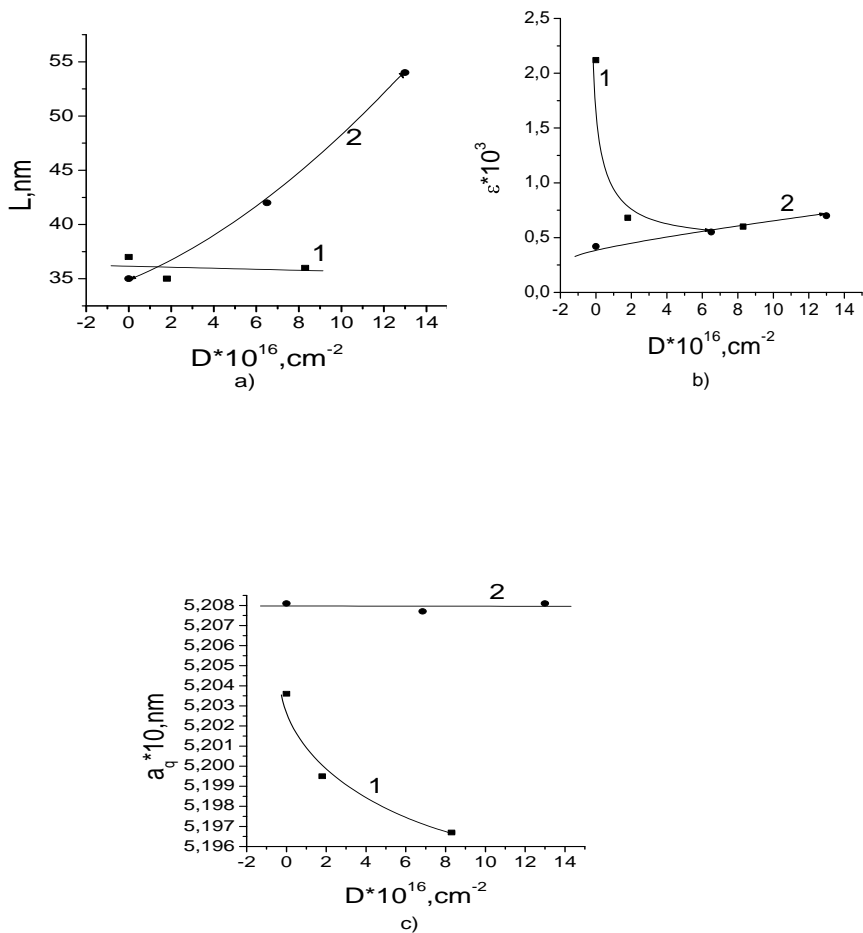


Рисунок 1 – Зависимости размера ОКР ( $L$ ) – а), микродеформаций ( $\varepsilon$ ) – б) и периода квазирешетки – в) для первого и второго образца в зависимости от полученной дозы.

При анализе ширины линий выбирались отражения, расположенные вдоль одного кристаллографического направления и кратные  $\tau$ , а именно: (20,32), (52,84), (136,220) – вдоль кристаллографического направления второго порядка  $\frac{1}{0} \frac{0}{0} \frac{0}{2}$ .

Изменения рассчитанных средних значений размера ОКР ( $L$ ) и микродеформации ( $\epsilon$ ), а также параметра квазикристаллической структуры ( $a_q$ ) от дозы облучения двух образцов приведены на рисунке 1 а, б и с. Видно, что в исходном состоянии по структуре и микроструктуре различаются. Параметр квазикристалличности образца №2 существенно выше, чем у образца №1, что, согласно литературным данным [2], свидетельствует о его более высоком совершенстве структуры и однородности химического состава. Известно, что размер ОКР обратно пропорционален плотности дислокаций, собранных в стенки, а величина микродеформации пропорциональна плотности хаотически расположенных дислокаций. Как видно из рисунка 1а и 1с в исходном состоянии образец №2 имеет меньшую плотность хаотически распределенных дислокаций, обуславливающих микродеформацию, а плотность дислокаций в границах в обоих образцах практически одинакова. С увеличением поглощенной дозы облучения в образцах наблюдается изменение параметров субструктуры. Можно отметить, что характер инициированных облучением изменений  $L$ ,  $\epsilon$  и  $a_q$  в образцах различен. В более совершенном втором образце изменения сводятся к отжигу дислокаций в стенках и незначительному накоплению дефектов в объеме. В первом образце происходит резкое снижение плотности хаотических дислокаций, а размер ОКР при этом практически не изменяется.

Наблюдаемые изменения, аналогичные кристаллическому состоянию, предполагается объяснять процессами отжига и накопления дислокаций в результате выноса первичных радиационных дефектов за пределы зоны деформирования в объем образцов и взаимодействия с дефектами исходной структуры.

Полученные результаты будут использоваться для описания радиационной стойкости квазикристаллов – нового класса веществ.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. J. W. Cahn, D. Shechtman, D. Gratias. Indexing of icosahedral quasiperiodic crystals // J/ Mat. Res. - 1986.- №1.
2. Quasicrystal C. Janot. - Clarendon press: Oxford, 1994.- 273 p.

## **ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОЛНЫ В КУБИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТКАХ**



***Национальный Технический Университет  
«Харьковский политехнический институт»***

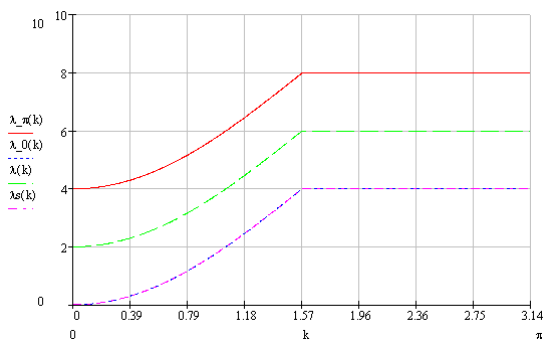
***Ст. А. К. Парамонов***

***Рук. проф. Е. С. Сыркин***

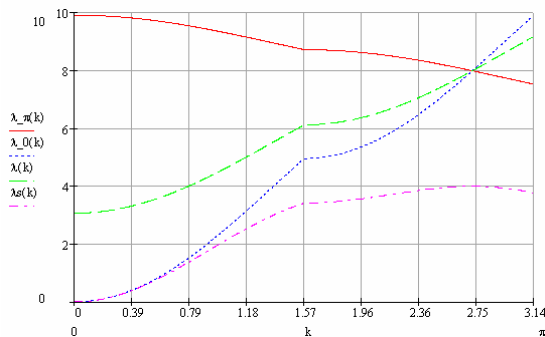
Огромный интерес к теоретическому и экспериментальному исследованию поверхностных состояний различной природы, в том числе и упругих поверхностных волн (ПВ), обусловлен их важностью как в фундаментальных исследованиях, так и для технологических приложений. Объяснение целого ряда эффектов на поверхности твердого тела или на границе раздела сред невозможно без понимания природы и свойств поверхностных возмущений различного рода (электронных, фононных, экситонных, спиновых и т.д.). С другой стороны, ПВ нашли широкое применение в геофизике, неразрушающем ультразвуковом контроле, фильтрах, линиях задержки, усилителях, генераторах и т.д.

Характеристики ПВ (глубина их проникновения, скорость распространения) весьма чувствительны к свойствам поверхности, что позволяет контролируемым образом менять основные свойства ПВ. В настоящей работе на микроскопическом уровне исследованы свойства однокомпонентных ПВ в зависимости от ориентации поверхности, направления двумерного волнового вектора вдоль поверхности и его значений внутри всей двумерной зоны Бриллюэна.

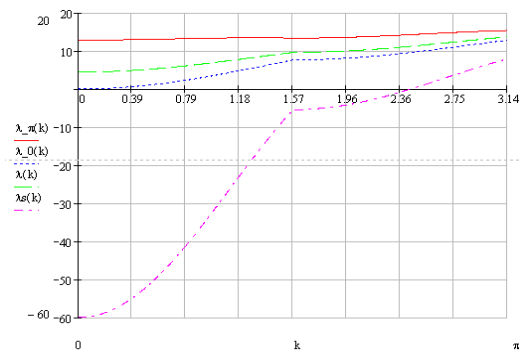
Приводятся результаты вычислений зависимости основных характеристик ПВ для скалярных моделей кубических кристаллов (простой куб, ГЦК, ОЦК). В рамках модели дискретной решетки при произвольных значениях двумерного волнового вектора в аналитическом виде получены законы дисперсии поверхностных волн и исследована их зависимость от кристаллографических ориентаций поверхностных плоскостей. Рассмотрены кристаллы кубической симметрии (простая кубическая решетка, гранецентрированная, объемноцентрированная) и ориентации поверхностей типа (001), (110), (111) с учетом взаимодействия между ближайшими соседями. Показано, в частности, что в зависимости от направления двумерного волнового вектора глубина проникновения может меняться в широких пределах: от бесконечности (поверхностная волна становится объемной) до локализации в одном поверхностном слое.



**Рис.1.** Закон дисперсии объемных и поверхностных волн в простом кубе для поверхности (001).



**Рис.2.** Закон дисперсии объемных и поверхностных волн в ОЦК для поверхности (001).



**Рис.3.** Закон дисперсии объемных и поверхностных волн в ГЦК для поверхности (001).

# ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ Bi-Sb

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Д.С. Орлова.*

*Рук. асп. А.А. Дроздова*

Твердые растворы Bi-Sb являются перспективными материалами для термоэлектрических преобразователей, что обусловлено их уникальными электронными свойствами. Изучению физических свойств сплавов Bi-Sb посвящено большое количество работ, но в основном исследовались монокристаллы, тогда как для практического применения предпочтительнее использование поликристаллов.

Цель настоящей работы - исследование зависимости магнитосопротивления  $\Delta\rho/\rho_0$  и коэффициента Холла  $R_H$  поликристаллических образцов  $Bi_{1-x}Sb_x$  ( $0 \leq x \leq 0,15$ ) от величины магнитной индукции  $B$  в поперечном магнитном поле в интервале от 0,01 до 1Тл, а также определение области слабых и сильных магнитных полей при комнатной температуре.

Измерения проводились методом постоянного тока через образец и постоянного магнитного поля. Для каждого значения магнитной индукции для всех исследуемых образцов рассчитывали величину магнитосопротивления и коэффициент Холла. На основе полученных данных были построены зависимости  $\Delta\rho/\rho_0(B)$  и  $R_H(B)$ .

На зависимостях коэффициента Холла от индукции магнитного поля в области малых магнитных полей (до 0,05Тл) наблюдался участок роста  $R_H$ , ранее не обнаруженный другими авторами. В интервале от 0,06 до 1Тл имело место снижение коэффициента Холла, что согласуется с предсказаниями теории. Предполагалось, что начало монотонного снижения  $R_H$  отвечает переходу от слабых магнитных полей к сильным. Характер зависимости  $R_H(B)$  для поликристаллов Bi и сплавов Bi-Sb практически совпадал. Было установлено, что магнитосопротивление всех образцов увеличивается с ростом величины магнитного поля. В предположении степенного характера зависимости  $\Delta\rho/\rho_0 = A B^n$  были построены графики  $\Delta\rho/\rho_0(B)$  в логарифмическом масштабе. По характеру зависимостей  $\ln\Delta\rho/\rho_0(\ln B)$  не удалось определить границу слабых и сильных магнитных полей, что возможно связано с поликристаллической структурой образцов.

Полученные результаты могут быть использованы при оптимизации параметров, а также при разработке новых материалов на основе твердых растворов висмут-сурьма.

# УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

**Ст. С.Н. Попов**

**Рук. проф. Е.И. Рогачева, инж. Д.В. Гайворонский**

Действие термоэлектрических охлаждающих устройств (модулей) основано на эффекте Пельтье, который заключается в нагреве или охлаждении спая разнородных материалов при прохождении через него постоянного тока.

С каждым годом термоэлектрические охлаждающие модули получают все большее распространение в самых различных областях науки, техники и в быту. Это связано с наличием таких важных преимуществ по сравнению с парокомпрессионными холодильными установками как абсолютная экологическая чистота, малогабаритность, малая инерционность, обратимость, бесшумность, практически неограниченный ресурс работы.

Наиболее важными параметрами, характеризующими эффективность работы термоэлектрического модуля, является максимальная разность температур  $\Delta T_{\max}$ , ток, при котором наблюдается максимальная разность температур,  $I_{\max}$ , максимальная холодопроизводительность  $\Delta Q_{\max}$ , и термоэлектрическая добротность  $Z$ .

В задачу настоящей работы входило создание лабораторной установки для измерения основных параметров термоэлектрического модуля ( $\Delta T_{\max}$ ,  $I_{\max}$  и  $Z$ )

Основные узлы установки:

- рабочая площадка с блоком водяного охлаждения;
- система микролифта;
- высокостабильный источник тока;
- устройство измерения температуры;
- измерительные приборы;
- лицевая панель с элементами управления.

Установка прошла лабораторные испытания, в качестве объекта исследования служил термоэлектрический модуль марки МТ1-1,3-127

# **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТА**

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

**Ст. А.С. Власенко, А.Я. Захарченко**

**Рук. доц. А.А. Галуза**

В наше время отечественные научные лаборатории сталкиваются с проблемой морального устаревания экспериментальной базы, что часто связано с отсутствием автоматизации. Покупка нового оборудования в свою очередь является нереальной задачей по причине недостатка финансирования. При этом метрологические параметры современных приборов не намного превосходят старые аналоги. Все это вынуждает экспериментаторов проводить автоматизацию имеющегося оборудования своими силами.

Ранее была разработана аппаратная часть универсальной системы автоматизации (УСА) [1], которая может быть без принципиальных изменений использована для автоматизации широкого спектра экспериментальных установок. УСА работает под управлением стандартного персонального компьютера и подключается к нему через параллельный интерфейс. Следующим этапом является разработка универсального программного обеспечения (ПО). Поскольку современные операционные системы семейства Windows NT не позволяют прикладной программе непосредственно обращаться к портам ввода/вывода, ПО, помимо пользовательского приложения, должно включать в себя соответствующий драйвер.

Каждая экспериментальная задача уникальна и требует от пользовательского приложения специфических действий. С другой стороны, логика работы с УСА не зависит от конкретной задачи. Поэтому для упрощения разработки пользовательского приложения необходимо создать промежуточный слой программного обеспечения, который представляет собой библиотеку классов, предоставляющую стандартный интерфейс для работы с УСА. Таким образом, целью настоящей работы была разработка драйвера работы с LPT-портом и соответствующей библиотеки классов.

## **Литература:**

1. Галуза А.А., Галуза А.И., Кудленко А.Д. и др. // Радиоэлектроника и информатика. - 2004. - №1. - С. 66-69.

# УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КРИОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Национальный Технический Университет  
“Харьковский Политехнический Институт”*

*Ст. А.Н. Крайнюков, А.М. Левченко*

*Рук. асп. А.Н. Нечай.*

Согласно классическим представлениям при криогенных температурах самопроизвольные химические реакции не протекают. Однако в 70-е годы академиком Гольданским была показана возможность самопроизвольного протекания химических реакций при азотных и даже гелиевых температурах. Согласно современным представлениям протекание данных химических реакций обеспечивается за счет различных квантовых туннельных эффектов. Так как квантовые процессы высокоизбирательны то можно утверждать что криохимические реакции высокоселективны и должны протекать единственным образом. Таким образом, криохимические реакции открывают путь к получению высокочистых веществ.

Представляют большой интерес возможности синтеза новых химических соединений путем соконденсации реагентов и последующего возбуждения одного из реагентов различными внешними воздействиями. Данный процесс позволит провести химический синтез новыми путями и получить вещества ограниченно стабильные при комнатных температурах.

Для проведения подобных исследований на кафедре ОЭФ разрабатывается исследовательский стенд для проведения криохимических исследований. Стенд включает в себя следующие системы: вакуумная система, система термических испарителей, криогенная система, система напуска реагентов.

Исследовательский стенд создается на базе классической установки для термического напыления металлических пленок. Стенд представляет собой вакуумный объем ограниченный стеклянным колпаком. В нем расположена система термических испарителей и охлаждаемая азотом подложка на которой производится конденсация реагентов. Вакуум поддерживается классической парой форвакуумный – диффузионный насос. Криогенная система стенда – проточная, хладагент – жидкий азот, Система напуска представляет собой баллоны хранения реагентов, игольчатые вентили грубой и точной регулировки расхода реагентов, сопло для формирования потока реагентов.

# УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ

*Национальный Технический Университет  
“Харьковский Политехнический Институт”*

*Ст. Е.Н. Замлер*

*Рук. асп. А.Н. Нечай*

С научной точки зрения крайне интересно использовать термоциклирование как инструмент изучения диффузионной подвижности и перестройки структуры твердого тела. Использование термоциклирования позволяет получать и сохранять различные метастабильные состояния кристаллической решетки, изучение которых является актуальной научной задачей. Для проведения таких исследований необходимо проведение термоциклирования со строго одинаковыми температурно-временными параметрами термоциклов, что проблематично при ручном регулировании. Работа посвящена разработке и реализации системы программированного термоциклирования.

Устройство разрабатывалось для использования на существующей на кафедре ОЭФ установке для термоциклирования ВТСП систем в диапазоне температур 77-350К. Установка создана на базе проточного оптического криостата, хладагент - жидкий азот. Термостатирование образца осложнено большой тепловой инерцией системы охлаждения и без дополнительного нагревателя недостаточно эффективно. Для эффективного управления в состав установки введен нихромовый нагреватель.

Используемый нихромовый нагреватель может быть заменен на модуль Пелтье. В рабочем диапазоне температур свойства нагревателя сильно и нелинейно зависят от температуры, что приводит к необходимости использования обратной связи для корректировки температуры.

Управляющие сигналы формируемые компьютером, преобразуются 8 битным ЦАП усиливаются двумя каскадами на транзисторах по току и подаются на пару мощных управляющих транзисторов. Управляющие транзисторы действуют в режиме переменного резистора, рассеивая избыточную мощность на переходах, и таким образом регулируя ток нагревателя.

Управляющая программа написана в среде Turbo Pascal 6.0 и состоит из следующих подпрограмм: подпрограммы расчета скорости изменения температуры образца, подпрограмма слежения за заданным термоциклом, подпрограмма управления ЦАП.

## **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ**

### **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОСТУ ФРАКТАЛЬНИХ КЛАСТЕРІВ**

*Національний технічний університет  
“Харківський політехнічний інститут”*

*Ст. К.І. Красильников, С.Л. Мухін, О.С. Соловей*

*Кер. доц. І.В. Синельник*

У другій половині ХХ ст. в полі зору дослідників з'явилися нові об'єкти з незвичними властивостями – фрактали. Їх знаходять як в оточуючому світі, так і в природних або штучно викликаних фізичних процесах. Особливо часто фрактальні структури з'являються в процесах нерівноважного росту, наприклад, при утворенні лапатого снігу, або сажі.

Для пояснення фізичних механізмів нерівноважного росту, що приводить до формування фрактальних кластерів було запропоновано модель обмеженої дифузії агрегації (ОДА) [1]. Побудовані у відповідність із цією моделлю кластери (див. рис. 1) досить добре відбивають характерні особливості фізичних фракталів – розгалуженість, статистичну самоподібність, нецілу розмірність.

*Постановка задачі.* Була поставлена задача розробити програму для генерації фрактальних кластерів на основі моделі обмеженої дифузії агрегації.

*Фізична модель.* Формування фрактального кластера починається з однієї – “затравочної” частинки, розташування якої може бути довільним. З великої у порівнянні з розмірами кластера відстані випускають по черзі “пробні” частинки, які, рухаючись у “просторі” в довільному напрямку, можуть зіткнутись із кластером – групою частинок, що вже з'єднані в одне ціле. З певною ймовірністю частинка може приєднатись до кластера, або відбитись від нього та продовжити свій рух. Частинка може перетнути простір, зайнятий кластером, не зустрівшись із ним, і віддалитись на значну відстань. У такому разі вважають, що зіткнення вже не відбудеться, і спостереження за рухом частинки припиняють.

*Алгоритм.* В основу розробки програми було покладено запропоновані Дьюдні [2] алгоритми комп'ютерної реалізації моделі ОДА. Для рішення такої задачі використовують один з алгоритмів: SLO чи GRO. В обох алгоритмах спочатку у середині умовної сітки ставиться перша частинка. Потім з кола, певним радіусом випускаються нові частинки, що липнуть до центральної, та тих, що прилипли до неї раніше. Різниця лише у русі – у

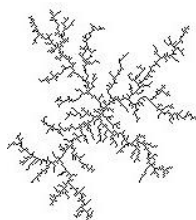


Рис. 1



алгоритмі GRO частинка літає у довільному напрямку та постійно його змінює, алгоритм SLO базується на теорії ймовірності і частинка прямує одразу до центру, по найменшому шляху. Ми обрали алгоритм GRO як більш реалістичний.

*Програмна реалізація.* Мовою програмування, був обраний Object Pascal. Для прискорення розрахунків пересування частинки відбувається по вузлах уявної “сітки”, яка зберігається у масиві значень типу boolean, візуалізація результатів моделювання відбувається поступово. Кожні сто частинок відбувається оновлення статистики.

*Можливості моделювання.* Користувач має змогу змінювати розмір сітки, кількість частинок, та частоту оновлення малюнку на екрані. Для найбільшої швидкодії це оновлення можна взагалі виставити у максимальне значення, для більш детального спостереження процесу росту – у мінімальне. «Гradient частинок» дозволяє фарбувати частинки у кольори різної яскравості в залежності від часу вильоту частинок, тобто частинки, що приєдналися до кластера пізніше будуть темнішими (рис.2). Увімкнення опції «Закінчувати при вильоті за коло» обмежує розмір кластера, припиняючи його ріст по досягненні заданого радіуса. Вибір напрямків пересування частинки дозволяє отримувати кластери різної форми – форми, що нагадують кущі, дерева тощо (рис. 3). При залишенні одного напрямку польоту ми отримуємо промінь, двох протилежних – пряму. Стандартні напрямки «Хрест», «Ромб», «Шестикутник» представлені праворуч перемикача для швидкої зміни.

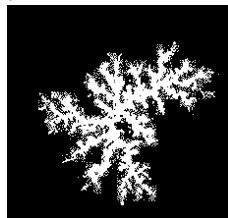


Рис. 2



Команда панель має усього три кнопки – для запуску процесу, для зупинки і для збереження результату у файл. Зберігати можна у двох форматах: BMP та JPEG. Статистика надає детальну інформації про кількість частинок, що було випущено, що приєдналися до кластера та інформації про кількість частинок в залежності від радіуса кластера. Крім того, можна подивитися графік співвідношення частинок, що вилетіли, до частинок, що досягли мети. Отримані результати моделювання збігаються з відомими із літератури результатами наукових досліджень [3].

1. Л.М.Сандер. Фрактальный рост/В мире науки, 1987, №3, с.62–70.
2. А.К.Дьюдни. Случайное движение и образование фрактальных скоплений / В мире науки, 1989, №2, с.78 – 81.
3. Сборник трудов VI международного симпозиума, по фракталам в физике/Под ред. Л.Пьетронеро и Э.Тозатти.-М.: Мир. 1988.-670 с.

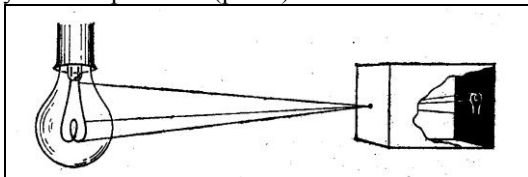
## КАМЕРА-ОБСКУРА – ПРООБРАЗ СОВРЕМЕННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ.

*Национальный технический университет  
„Харьковский политехнический институт”*

*Ст.: В.А. Ферман, Т.А. Заец*

*Рук.: доц. А.Я. Дульфан, доц. Ю.В. Меньшов*

Площадь средневекового европейского города. В центре площади на треножнике большой черный ящик. В одной из боковых стенок ящика сделано отверстие, а противоположная отверстию стенка выполнена из полупрозрачного пергамента. В отверстие черной стенки попадают солнечные лучи, отражаемые предметами и людьми, и освещают пергамент, создавая перевернутое изображение (рис.1).



Сегодня трудно представить себе мысли и чувства средневековых зрителей увидевших на ярмарочной площади камеру-обскуру, известную в X-XI веке не только в Европе, но и на арабском Востоке. Известный физик С.И. Вавилов писал: «С помощью этого общедоступного прибора все поняли, наконец, что такое действительное оптическое изображение предметов, и убедились в его существовании. До камеры изображение знали только в глазу и на картинах, создаваемых рукой художника. Камера решительно отделила свет от зрения, ...оптика (в точном значении слова – наука о зрении) перестала быть такой и превратилась в учение о свете». В XVI веке в отверстие камеры обскуры вставляли собирающую линзу, что улучшает «изобразительные» возможности камеры. Иоганн Кеплер приспособил камеру – обскуру для наблюдения солнечного затмения, с ее помощью сконструировал оптическую схему глаза. Он высказал правильное предположение о перевернутости изображения получаемого на сетчатке.

Мы предлагаем использовать изготовленную нами камеру-обскуру для демонстрации при чтении раздела «Оптика».

Литература:

1. Б. Раушенбах. Геометрия картины и зрительное восприятие. С.-Петербург. Изд. «Азбука-классика» 313 с.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ПОМОЩИ ЛИНИЙ РАВНОГО ХРОМАТИЧЕСКОГО ПОРЯДКА.

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. А.С. Дацько, А.М. Елистратов  
Рук. доц. В.В. Муссил, доц. Е.Т. Лемешевская*

Обычно линии РХП – многолучевые интерференционные полосы равного хроматического порядка, применяются для измерения толщины тонких пленок [1]. Для их наблюдения используется интерферометр Фабри - Перо, состоящий из двух пластин, высокоотражающие поверхности которых установлены строго параллельно друг другу и разделены воздушным промежутком толщиной  $t$  (рис.1). Если на интерферометр падает параллельный пучок белого света, то в зазоре между пластинами возникает многолучевая интерференция [2].

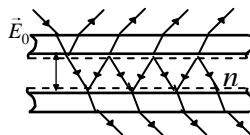


Рис.1

Отраженный или прошедший белый свет разлагается в спектр с помощью спектрального прибора, в фокальной плоскости которого наблюдается картина интерференции. Условие образования интерференционных экстремумов определяется общей формулой для нормального падения света:

$$2t n + (\delta/\pi)\lambda = m\lambda \quad (1)$$

где  $\delta = (\beta_1 + \beta_2)/2$ , а  $\beta_1$  и  $\beta_2$  - изменения фазы, возникающие при отражении света от каждого отражающего покрытия,  $n$  – показатель преломления среды между пластинами,  $m$  - порядок интерференции.

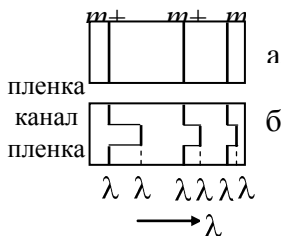


Рис.2

Среди непрерывного спектра белого света обязательно найдутся такие длины волн  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots$ , соответственно,  $m, m+1, m+2, \dots$  порядков, для которых выполняется условие (1). В результате на фоне непрерывного спектра получается набор светлых (в проходящем свете) или темных (в отраженном свете) интерференционных полос РХП (рис.2а).

Схема интерферометра для измерения показателя преломления жидкости с помощью линий РХП представлена на

рис.3. Необходимо, чтобы одна из пластин интерферометра имела ступеньку высотой  $d$ . Для этого на оптически плоскую стеклянную пластинку 1 наносится тонкая пленка 2 с каналом в центре. На пленку с каналом наносится точно повторяющий рельеф непрозрачный слой серебра 3. Пластинку осторожно приводят в контакт со второй оптически плоской стеклянной пластинкой 4, покрытой полупрозрачным слоем серебра 5.

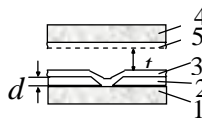


Рис.3

Схема измерительной установки приведена на рис.4. Белый свет от источника 1 падает на коллиматор 2 и через полупрозрачное зеркало 3 попадает на интерферометр 4, где испытывает многократные отражения, после чего при помощи собирающей линзы 5 проецируется на входную щель монохроматора 6. Картина интерференции рассматривается в отраженном свете и имеет вид, показанный на рис.2б.

Условия образования линий РХП на пленке и в канале описываются соотношениями:  $2t n + (\delta_1/\pi)\lambda = m \lambda$ , (2)  
 $2 n (t + d) + (\delta_2/\pi)\lambda' = m' \lambda'$ . (3)

Пренебрегая дисперсией фазового скачка в области между  $\lambda$  и  $\lambda'$  можно считать, что  $(\delta_1/\pi) \approx (\delta_2/\pi) \approx 1$  [2]. Учитывая, что показатель преломления воздуха  $n = 1$ , из соотношений (2) и (3) определяется высота ступеньки  $d$ :  $d = (\lambda' m' - \lambda m)/2$ . (4)

Интерференционные порядки  $m$  и  $m'$  определяются после измерений длин волн линий РХП на пленке и в канале из условий образования экстремумов для каждой системы линий:  $m = \lambda_2/(\lambda_1 - \lambda_2)$ ,  $m' = \lambda_2'/(\lambda_1' - \lambda_2')$ . Значения  $m$  и  $m'$  могут и не быть целыми из-за пренебрежения дисперсией фазового скачка, их округляют до ближайшего целого.

После вычисления высоты ступеньки  $d$  измерения повторяют еще раз, но между пластинами интерферометра помещают жидкость, показатель преломления которой определяется. В этом случае из соотношений (2) и (3) определяется оптическая высота ступеньки  $\Delta$ :

$$\Delta = d n = (\lambda' m' - \lambda m)/2, \quad (7)$$

а показатель преломления жидкости  $n$  вычисляется по соотношению:

$$n = \Delta / d. \quad (8).$$

Значения показателя преломления, полученные в результате измерений, удовлетворительно согласуются со справочными данными.

Литература:

1. Технология тонких пленок. Под ред. М.Майссела и Р.Глэнга. т.2.- М.Сов.радио,1977.-764с.
2. Физика тонких пленок. Под ред.Хэсса, Р.Э.Туна. т.IV.-М.:Мир,1970.-

# ЭФФЕКТИВНАЯ ГРАВИТАЦИОННАЯ КАТАПУЛЬТА

*Харьковский национальный университет  
им. В.Н. Каразина  
Национальный технический университет  
“Харьковский политехнический институт”*

*Ст. С. Гоменюк, Ю. Лозовская, Н. Николаенко,  
А. Сидоренко, Е. Яблинская  
Рук. доц. Н.Н. Ефимова, доц. А.Р. Казачков,  
проф. Е.С. Сыркин*

Одна из наиболее интересных задач об упругих столкновениях тел посвящена созданию максимально эффективной гравитационной катапульты. Ее конструкция предельно проста: два шарика, расположенные один над другим, сбрасываются с некоторой высоты  $h$  на горизонтальную поверхность. При правильном выборе соотношения масс шариков можно добиться замечательно эффективного использования начальной потенциальной энергии системы – вся она расходуется на катапультирование верхнего шара. После серии упругих столкновений (нижнего шара с поверхностью, а потом с верхним шариком) нижний шар остается покоящимся на поверхности, а верхний приобретает скорость, достаточную для его подъема на высоту  $4h$  (рис.1).

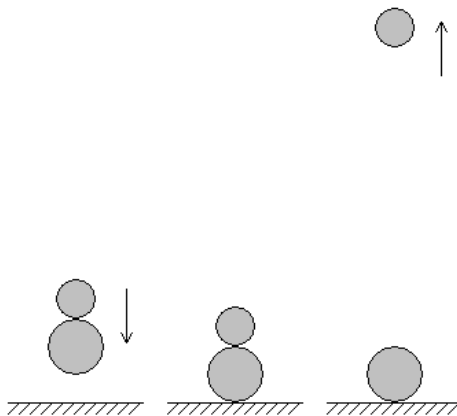


Рис.1. Двухступенчатая гравитационная катапульта.

Несложный расчет показывает, что если все названные соударения абсолютно упруги, то стопроцентно эффективное катапультирование верхнего тела обеспечивается при отношении масс шариков  $1:3$ , причем внизу должен находиться более тяжелый шар. Высоту катапультирования можно существенно увеличить путем введения в запускающую систему дополнительных «ступеней» – шариков рассчитанной массы. Так, катапульта, изображенная на рис.2, обеспечивает подъем верхнего шара на высоту в 16 раз превосходящую начальную  $h$ .

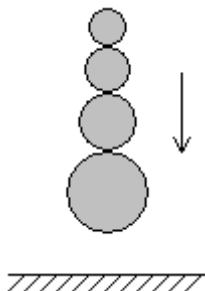


Рис.2. Четырехступенчатая гравитационная катапульта. Отношения масс шаров  $1:5/3:10/3:10$  (сверху вниз).

В общем случае, система  $N$  упруго сталкивающихся шариков может стать стопроцентно эффективной гравитационной катапультией, если их массы относятся как  $1: (N+1)/(N-1): (N+1)N/(N-1)(N-2): \dots: (N+1)N/2$ ; высота запуска верхнего шара при этом в  $N^2$  раз превосходит начальную высоту бросания.

Проведенный анализ позволяет подобрать резиновые и пластмассовые шарики для красивой аудиторной демонстрации. Следует отметить, что в отличие от других аналогичных устройств, например, от не менее интересного «механического лазера» [1,2], доводящего до больших скоростей шар, упруго отражающийся от двух быстро сближаемых параллельных резиновых мембран, описанную гравитационную катапультию легко «построить» и привести в действие.

Литература:

1. Панов А. Прыгающий мячик и теория удара, Квант, 1990, №8, с.2-9.
2. Козлов В. Соударение тел, Квант, 1988, №9, с.30-36.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ ТЕЛ МЕТОДОМ ТРОЙНОГО ПОДВЕСА

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. М. А. Ливада, М. Пимагин*

*Рук. асс. С.С. Кривонос, асс. Т.Н. Шелест*

В простых случаях величину момента инерции можно определить расчетом, а в сложных – его приходится находить экспериментальным путем. Одним из удобных методов измерения моментов инерции твердых тел является метод трифилярного подвеса.

Устройство такого подвеса представлено на рисунке 1. Подвижный диск  $D$  подвешен к диску  $C$  на трех симметрично расположенных нитях. Диск  $C$  укреплен на кронштейне. Если нижний диск  $D$  повернуть на небольшой угол  $\varphi$  около вертикальной оси, проходящей через его центр, то все три нити принимают наклонное положение, и центр тяжести системы несколько приподнимается. Возникающий момент сил стремится вернуть диск в положение равновесия. В результате этого диск начинает совершать крутильные колебания.

На основании закона сохранения энергии для колеблющегося диска можно записать выражение:

$$\frac{1}{2} J \omega^2 = mgh, \quad (1)$$

где  $J$  – момент инерции диска,  $m$  – масса диска,  $h$  – высота, на которую поднимается диск,  $\omega$  – угловая скорость вращения диска.

Из условия постоянства длины нити следует выражение:

$$h = \frac{Rr\varphi^2}{2L}, \quad (2)$$

где  $R$  и  $r$  – расстояния от точек прикрепления нитей до центров диска  $D$  и  $C$ ,  $L$  – длина нити.

Пренебрегая силами трения, то есть, считая, что колебания диска происходят по гармоническому закону, для углового смещения диска от времени  $t$  можно

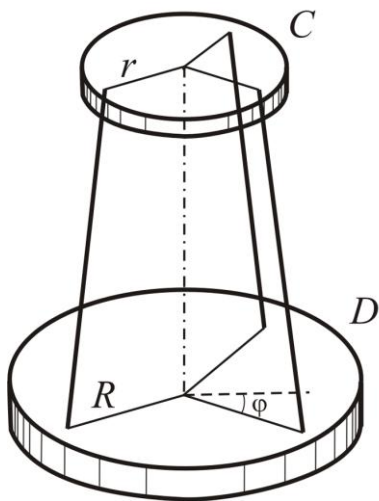


Рис. 1.

записать уравнение:

$$\varphi = \varphi_0 \sin \frac{2\pi t}{T},$$

где  $\varphi_0$  – угловая амплитуда,  $T$  – период колебания диска.

Угловая скорость

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{2\pi\varphi_0}{T} \cos \frac{2\pi t}{T}.$$

При прохождении телом положения равновесия  $\cos \frac{2\pi t}{T} = 1$ . Таким образом

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \varphi_0. \quad (3)$$

Учитывая уравнения (2) и (3), уравнение (1) принимает вид:

$$\frac{1}{2} J \left( \frac{2\pi\varphi_0}{T} \right)^2 = mg \frac{Rr\varphi_0^2}{2L}. \quad (4)$$

Откуда момент инерции

$$J = \frac{T^2}{4\pi^2} \cdot \frac{mgRr}{L}. \quad (5)$$

Все величины в правой части формулы (5) доступны непосредственному измерению. Вначале необходимо определить момент инерции ненагруженного диска

$$J_0 = \frac{T_0^2}{4\pi^2} \cdot \frac{m_0 g R r}{L}$$

где  $m_0$  – масса диска.

Для этого сообщив прибору небольшое отклонение, измеряют время 40 - 50 колебаний, откуда определяют период колебания  $T_0$  ненагруженного диска. Величины  $R$ ,  $r$  и  $L$  измеряют непосредственно.

После этого на диск прибора помещают тело, массой  $m$ , момент инерции которого требуется определить, располагая его центр тяжести на оси диска. Вновь сообщая прибору колебания, определяют период колебания  $T$ .

Из результатов измерений находится момент инерции всей системы, то есть сумма моментов инерции самого прибора и лежащего на нем тела

$$J + J_0 = \frac{T^2}{4\pi^2} \cdot \frac{(m + m_0) g R r}{L}.$$

Чтобы определить момент инерции тела, надо из полученного значения  $J + J_0$  вычесть  $J_0$ .



# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕМЫ ПРИГОЖИНА О МИНИМУМЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭНТРОПИИ В СТАЦИОНАРНОМ НЕРАВНОВЕСНОМ СОСТОЯНИИ (ДЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ЛАЗЕРА)

*Национальный технический университет  
"Харьковский политехнический институт"*

*Ст. Е.Н. Гурылев, В.В. Мудрак  
Рук. доц. В.В. Ушаков*

Теорема Пригожина охватывает все неравновесные стационарные состояния [1]. Данная работа относится к частному случаю диссипативных структур [1], подверженных потоку электрической энергии в окрестности точки бифуркации, т.е. порогового режима, с которого возникает самоорганизация – кооперативное движение материи, «выталкивающее» ее энтропию в окружающее пространство.

Изначально целью работы являлось изучение вольт-амперной характеристики (ВАХ) и световой мощности серийного портативного лазера (световая указка) с длиной волны  $\lambda = \overline{630 \div 880}$  нм, в надежде увидеть проявления туннельного характера при достижении инверсной населенности уровней [2], и на этой основе определить квантовый выход электролюминисценции  $\eta \overline{[2]}$ , либо оценить величину постоянной Планка.

Схема установки приведена на рис.1. Мощность, подводимая к лазеру 1, измерялась вольтметром и миллиамперметром. Фотоприемником 2, измеряющим световую мощность  $P_{\text{св}}$ , служил фоторезистор СФ-1 совместно с усилителем постоянного тока 3 и микроамперметром 4.

Результаты для ВАХ и световой мощности  $P_{\text{св}}$  (показания микроамперметра) на рис.2. Хотя точность измерений нельзя признать высокой, бифуркационная точка «Б» проявляется достаточно отчетливо.

Однако, объяснить излом на ВАХ, т.е. производной  $\frac{dU}{dI}$ , оставаясь в рамках двух начал термодинамики (и закона Джоуля-Ленца), не представляется возможным. И вот почему.

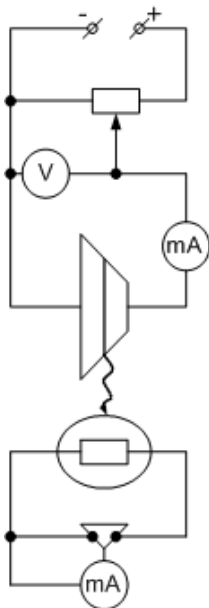


Рис. 1

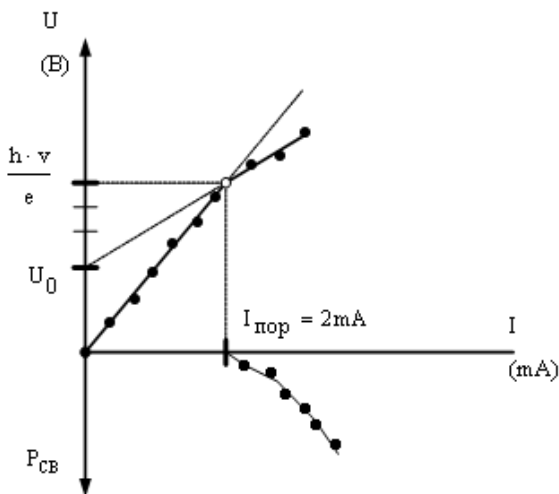


Рис. 2

Формула, объединяющая первое и второе начало термодинамики для установки на рис.1 имеет вид:

$$T \cdot dS = \Delta A + \Delta W + \mu \cdot dN; \quad (1)$$

где  $T \cdot dS$  - теплота, поступившая в систему,  $\Delta A$  - совершенная ею работа;  $\mu$  - энергия, уносимая из системы одной частицей  $\mu = h \cdot \nu$ ;  $dN$  - число уносимых частиц;  $T$  - температура;  $dS$  - приращение энтропии;  $\Delta W$  - изменение энергии системы. Для стационарного (неравновесного) состояния системы:

$$T \cdot dS = -I^2 \cdot R^* \cdot dt; \Delta W = 0; \Delta A = -I \cdot U \cdot dt, \quad (2)$$

где  $I$  - сила тока,  $R^*$  - сопротивление активной среды лазера,  $U$  - напряжение.

С учетом (2), формула (1) примет вид:

$$I \cdot U = I^2 \cdot R^* + h \cdot \nu \cdot \frac{dN_{\text{ВЫХ}}}{dt}. \quad (3)$$

Используя определение коэффициента электролюминисценции  $\eta$ , который равен числу фотонов, приходящихся на каждый электрон, прошедший через кристалл [2], можно записать:

$$\eta \left( \frac{dN}{dt} \right) = \frac{dN}{dt} \cdot \frac{e}{I}. \quad (4)$$

Тогда из (3) получим обобщение закона Ома:

$$U = I \cdot R^* + \frac{h \cdot \nu}{e} \cdot \eta \left( \frac{dN}{dt} \right) \quad (5)$$

Отсюда проводимость образца:

$$\frac{dI}{dU} = \frac{1 - \frac{d\eta}{dU} \cdot \frac{h \cdot \nu}{e}}{R^*}. \quad (6)$$

Из соотношений (5) и (6) следует:

1. До порога генерации света  $\left( \frac{dN}{dt} = 0 \right)$  сопротивление образца  $R^* = R$ , сила тока  $I$  и напряжение  $U$  подчиняются законам Ленца-Джоуля и Ома.
2. После наступления инверсного состояния среды, отрезок, отсекаемый на оси напряжений касательной к ВАХ, равен:

$$U_0 = \frac{h \cdot \nu}{e} \cdot \eta \left( \frac{dN}{dt} \right) \quad (7)$$

3. Поскольку числитель в (6) меньше единицы, сопротивление образца  $R^*$  току  $I$  не останется прежним, а уменьшается.

Резюмируя факты 1-3, по-видимому, можно предположить, что в диссипативных системах, где имеют место потоки электрической энергии, самоорганизация материи в точке бифуркации сопровождается уменьшением сопротивления ее движению.

Литература:

1. Пригожин Н.Р. От существующего к возникающему. М: Наука, 1985.
2. Верещагин Н.К. и др. Введение в оптоэлектронику. М: Высшая школа, 1991. с.29, 37-38.

# О ПЛАВАЮЩИХ КАПЛЯХ, АНТИПУЗЫРЯХ И МЫЛЬНЫХ ПУЗЫРЯХ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст.: С.Ю. Парненко*

*Рук. доц. А.К. Кульчицкая*

Выдуйте мыльный пузырь и смотрите на него.  
Вы можете заниматься всю жизнь его изучением,  
Не переставая извлекать из него уроки физики.

Лорд Кельвин

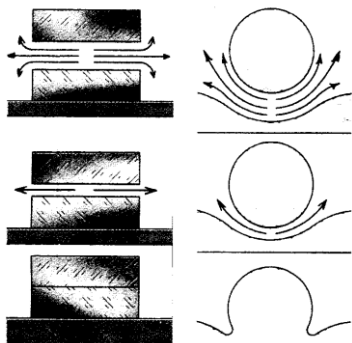
Наблюдая рождение, жизнь и гибель плавающих капель, мыльных пузырей и антипузырей, можно понять их устройство и какому явлению они обязаны своим существованием.

Для создания плавающих капель понадобятся мыльный раствор и резиновая груша. Постепенно меняя высоту падения капель можно получить капли в виде слегка сплюснутых серебристых шариков, раскрашенных цветными кольцами. Это и есть плавающие капли или глобулы. Быстро летящие струйки жидкости способны пробить её поверхность и уйти в глубь, образовав антипузыри - те же плавающие капли, но уже граничащие с жидкостью не только снизу, но и со всех сторон. Интересно понять, что удерживает капли от поглощения жидкостью.

Если иголке, смазанной жиром, не даёт утонуть поверхностное натяжение жидкости (обезжиренная спиртом иголка идет ко дну), то что-то должно отделять каплю от жидкости. Предполагали, что отделяет их друг от друга слой молекул ПАВ (поверхностно – активного вещества), на «ёжике» или «щётке» из этих молекул на гидрофобных частях молекул и покоится плавающая капля. Но оказалось, что каплю от жидкости отделяет тонкий слой воздуха. Интерференция света в этой пленке создаёт в капле окрашенные кольца. Обволакивает пленка воздуха и антипузыри, о чём судят не только по радужной игре света в них, но и по мелким воздушным пузырькам, остающиеся от лопнувшего антипузыря.

Что же мешает капле упасть в жидкость? Часто полагают, что всё дело в электрическом отталкивании между поверхностью жидкости и капли. Отталкиванием заряженных границ жидкости иногда объясняют и устойчивость плёнки мыльного пузыря, которую не может прорвать заключённый внутри воздух - воздушный пузырь обязанный всплывать, по законам физики в окружающей его плёнке жидкости. В следующем опыте убедимся в том, что он всплывает, но делает это очень медленно.

Потребуется две плоские полированные стеклянные пластинки (предметные стёкла микроскопа или два зеркальца). На горизонтальную



пластину плашмя роняют с сантиметровой высоты вторую (стёкла должны быть обращены друг к другу гладкой стороной). При этом верхняя пластина вместо того, чтобы упасть зависнет над нижней, заскользив без трения в сторону. Осторожно приподнимем за края верхнюю пластину – и странно поведёт себя нижняя: она прилипнет к верхней пластине, и при этом также будет скользить, пока не отстанет.

Зависание стёкол очень напоминает поведение плавающих капель, так же сразу падающих на поверхность и ненадолго зависающих и скользящих по ней. Именно воздушная прослойка удерживала каплю и пластину(см. рис). Всё дело в вязкости, трении воздуха о стенки зазора.

У плавающих капель и антипузырей вытекающий в узкую щель воздух тормозится уже самой поверхностью жидкости. Не успевая уходить, он тоже сжимается каплей, образуя поддерживающую её воздушную подушку. Аналогичная ситуация с мыльными пузырями: жидкость стекает в узком пространстве между границами мыльной пленки и тормозится ими, разница лишь в величине вязкости. Вязкость воздуха очень мала, он течёт быстро, и потому антипузыри с плавающими каплями живут считанные секунды. У мыльного же раствора вязкость больше, и пузырь живёт минуты, даже часы.

Зная это можно создать долгоживущие плавающие капли, антипузыри и антипену. Всего будет продемонстрировано семь опытов с пузырями, антипузырями и плавающими каплями.

В последние годы антипузырями серьёзно заинтересовались исследователи. Учёные полагают, что антипена может найти применение в качестве смазочного материала, её можно использовать для фильтрации воздуха и различных газов, при изготовлении химикатов и лекарств. Крупные антипузыри могут служить объектом научных исследований различных нелинейных процессов. Изучение особенностей стекания жидкости в пузырях позволяет моделировать вихревые процессы в атмосфере.

Литература:

Дж. Уокер «Физический фейерверк». 1989, с 78, 112; Гегузин Я.Е. Пузыри – М.: Наука, 1965; Павлов – Вережкин Б.С. Мыльные антипузыри «Химия и жизнь», 1966, №11

# КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРОБОЯ

*Национальный технический университет  
“Харьковский политехнический институт”*

*Ст. А.Киселев*

*Рук. доц. И.В.Синельник*

Явление резкого уменьшения сопротивления диэлектрика и прохождения электрического тока сквозь диэлектрик при увеличении напряженности электрического поля выше критического значения известно как диэлектрический пробой. Канал, по которому проходит электрический ток через диэлектрик имеет, как правило, сложную ветвистую структуру. Для объяснения этого факта была предложена компьютерная модель, основанная на предположении о случайной неоднородности среды и использовании метода релаксации для решения уравнения Лапласа [1]. Опишем ее на языке алгоритма построения узора диэлектрического пробоя.

1. Выбирается круговая область радиусом  $R$ .
2. Внутренняя часть области покрывается квадратной сеткой так, чтобы в центре круга оказался узел.
3. Каждому узлу, лежащему внутри окружности, присваивается случайное число в диапазоне от 0 до 1 – коэффициент пробоя ( $r_i$ ).
4. Для всех узлов, граничащих с окружностью, задающей круговую область, задается значение потенциала  $\varphi_{г.и} = 1$ .
5. Для центрального узла выбирается значение потенциала, равное 0.  $\varphi_0 = 0$ .
6. Остальным узлам (внутренним) присваивается значение потенциала 
$$\varphi_i = \frac{\varphi_{г.и} + \varphi_0}{2} = 0,5.$$
7. Пересчитывается значение потенциала во всех внутренних узлах по формуле:

$$\varphi_i = \frac{1}{4} (\varphi_{i\uparrow} + \varphi_{i\downarrow} + \varphi_{i\rightarrow} + \varphi_{i\leftarrow}),$$

где  $\varphi_{i\uparrow}$  - потенциал соседнего узла, находящийся выше данного,  
 $\varphi_{i\downarrow}$  - потенциал соседнего узла, находящегося ниже данного,  
 $\varphi_{i\rightarrow}$  - потенциал соседнего узла, находящегося справа от данного,  
 $\varphi_{i\leftarrow}$  - потенциал соседнего узла, находящегося слева от данного.

8. П. 7 повторяется со вновь полученными значениями, до тех пор, пока потенциалы внутренних узлов перестанут изменяться (пока разность

( $\phi'_i - \phi_i$ ) значений потенциала на данном и предыдущим шаге не окажется меньше произвольной наперед заданной погрешности  $\varepsilon$ ).

9. Выбираются узлы, которые являются периметром для узора, образуемого диэлектрическим пробоем. Это узлы-соседи (вверх, вниз, влево, вправо) для узлов, уже присоединенных к узору и имеющих нулевой потенциал. (В первый раз это будут «соседи» центрального узла.
10. Для узлов периметра подсчитывается выражение
11.  $r_i \phi_i^a$  ( $r_i$  – коэффициент пробоя, заданный в п. 3;  $\phi_i$  – текущее значение потенциала;  $a$  – параметр, задаваемый пользователем).
12. Узел периметра, для которого выражение из п. 10 максимально, пробивается: его потенциал становится равным  $\phi_i = 0$ ; он соединяется с тем узлом периметра, соседом которого является, прямой линией; он обозначается как узел, принадлежащий к узору (а не как внутренний узел области).

Для оставшихся внутренних узлов повторяются п.п. 7-8.

13. П.п. 9-12 повторяются до тех пор, пока узор не достигнет границы, т.е. пока какой-нибудь из узлов периметра не обнаружит в качестве «соседа» граничный узел. Или до остановки пользователем.

Для моделирования диэлектрического пробоя в соответствии с описанным алгоритмом была разработана специальная компьютерная программа.

Программа разработана на языке Object Pascal, в среде визуального проектирования Delphi 6. Выбор среды обусловлен простотой и удобством реализации как интерфейса, так и основных функций программы.

Основные функции программы реализуются с помощью процедур. Использование такого подхода продиктовано:

- для метода релаксации - его однократным вызовом в начале моделирования, а затем многократным – в процессе «пробивания» очередного узла – экономией кода;
- для функции «пробивания» - удобством представления в тексте;
- для функции выяснения потенциала конкретного узла – необходимостью наличия обработчика события нажатия левой кнопки мыши над областью моделирования;
- также функция инициализации и некоторые другие имеют форму обработчиков нажатий кнопок формы приложения.

1. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике: В 2-х частях. – М., Мир. – 1990

# **ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

***Национальный технический университет  
“Харьковский политехнический институт”***

***Ст. С.Н.Дорошенко, А.Е. Чаган***

***Рук. доц. Е.Н. Подъячая, И.В. Синельник***

Исследование электростатических полей, созданных произвольно распределенными в пространстве зарядами, представляет собой интересную и важную с практической точки зрения задачу. Однако прямые измерения потенциала и напряженности электростатического поля – достаточно сложная экспериментальная задача. Поэтому для изучения распределения полей часто используют методы физического и компьютерного моделирования. Результаты моделирования удобно представлять в графической форме – с помощью силовых линий и эквипотенциальных поверхностей.

Для сравнения результатов физического и компьютерного моделирования были выполнены экспериментальные исследования распределения потенциала электростатического поля для заданной конфигурации электродов методом электролитического моделирования [1] и разработана компьютерная модель такого эксперимента.

Моделирование выполняется на основе расчета потенциала точечного заряда в произвольной точке поля и принципа суперпозиции. Электрод моделируется совокупностью близко расположенных точечных зарядов, величина и плотность расположения которых определяются условием постоянства потенциала на электроде. Роль «зонда» играет указатель мыши. Перемещая указатель мыши по экрану пользователь ведет поиск точек с одинаковым потенциалом. Для каждой точки пространства рассчитывается потенциал, значение которого вместе с координатами точки высвечивается в нижней части экрана. Если значение потенциала в данной точке совпадает с выбранным для текущей эквипотенциальной линии, то пользователь отмечает данную точку (по щелчку левой кнопки мыши точка изменяет цвет). Последовательные «измерения» позволяют построить семейство эквипотенциальных линий.

Программа разработана в среде C++. Интерфейс построен таким образом, чтобы обеспечить пользователю возможности модификации физической модели, для которой производится расчет.

Література

1. Методические указания к лабораторным работам по разделу «Электричество и магнетизм» курса общей физики / Под ред. В.А.Базакуца. – Харьков, ХДПУ. – 1991.



# ТРЁХКАСКАДНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Е. В. Глущенко  
Рук. асс. И. В. Галушак*

Слабые шорохи или негромкий звук на расстоянии десятков метров поможет услышать электронное устройство, схема которого приведена на рисунке.

Оно представляет собой высокочувствительный усилитель низкой частоты, собранный на трёх транзисторах. Ко входу усилителя подключен микрофон, а выход нагружен динамиком.

Сигнал с микрофона подаётся через конденсатор С2 на первый каскад усиления, собранный на транзисторе Т1. Это эмиттерный повторитель, позволяющий лучше согласовать выходное сопротивление с микрофона с входным сопротивлением усилителя. Нагрузкой эмиттерного повторителя является переменный резистор R2, который выполняет одновременно роль регулятора усиления.

С движка переменного резистора сигнал подаётся через конденсатор С3 на базу транзистора Т2 следующего каскада. Этот каскад обладает сравнительно высоким коэффициентом усиления. Смещение на базе транзистора задаётся резистором R3. Для стабилизации окружающей температуры в цепи эмиттера поставлен резистор R5. А чтобы этот резистор не создавал отрицательной обратной связи по переменному току, он зашунтирован конденсатором С5.

С нагрузки каскада (резистор R4) сигнал подаётся далее через конденсатор С4 на выходной каскад, собранный на транзисторе Т3. Здесь также введена стабилизирующая цепочка в цепи эмиттера, состоящая из конденсатора С6 и резистора R8. Смещение на базе транзистора задаётся резистором R7. Нагрузкой каскада являются наушники Ph1 или динамики, подключённые через дополнительный усилитель увеличения амплитуды звука на выходе.

Питается усилитель от источника постоянного тока напряжением 9V. Поскольку усилитель потребляет небольшой ток, источником питания может служить гальванический элемент или аккумулятор, с тем же номинальным напряжением.

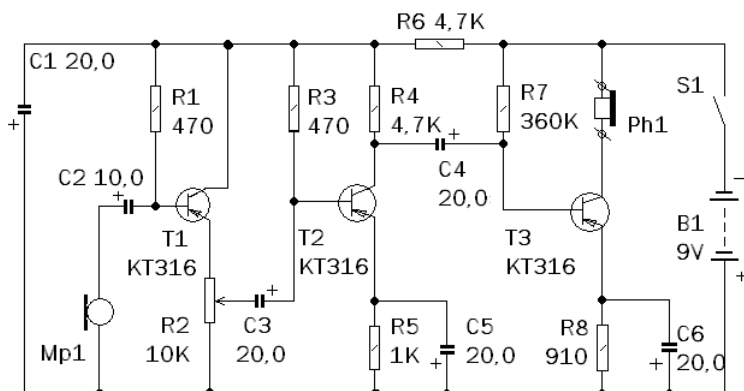
Для предотвращения возможного самовозбуждения усилителя по цепи питания между двумя первыми каскадами и выходным включен фильтр RC из резистора R6 и конденсатора C1.

Для лучшего качества чувствительности желательно применять транзисторы с большим коэффициентом передачи тока и минимальным обратным током коллектора. В альтернативном варианте подойдут другие маломощные низкочастотные транзисторы р-п-р структуры с большим коэффициентом передачи тока. Микрофон должен быть достаточно чувствительным. Наушники или колонки, подключённые к выходу устройства, не должны нагружать цепь больше требуемой нормы.

Исправность работы усилителя обуславливается протеканием по участкам цепей токов необходимых параметров. Коллекторный ток транзистора T1 должен составлять около 0,2мА, поэтому резистор R1 подбирается соответственно. На участке коллектора T2 ток возрастает до 0,3-0,5мА.

Устройство подобного типа может использоваться в качестве прослушивающего устройства для людей с ограниченными возможностями слуха. Такого же характера установка нашла применение и при съемке дикой природы, когда необходимо обезопасить себя или же «не спугнуть» субъект.

Схема усилителя приведена ниже.



# ЭЛЕКТРОННЫЙ СИГНАЛИЗАТОР ПРЕВЫШЕНИЯ ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ВОДЫ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. А. В. Десятниченко, А. С. Шкурпела*

*Рук. доц. А. К. Кульчицкая*

В основу схемы данной конструкции положена типовая схема мультивибратора, в которой разорвана цепь подключения эмиттера одного из транзисторов (VT1), и в разрыв подключен датчик (рис.1).

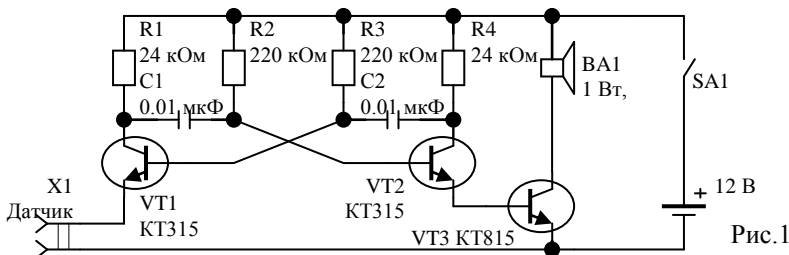


Рис.1

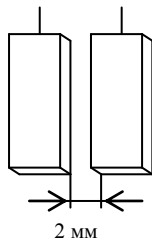


Рис.2

Датчик представляет собой две пластины из нержавеющей стали, которые расположены друг от друга на расстоянии 1-2 мм (рис.2). Он располагается на высоте, которая является критической для уровня воды. Когда уровень ниже критического, вода не достает до датчика, и сопротивление между пластинами достаточно велико. Когда же уровень воды поднимается, датчик погружается, и сопротивление между пластинами резко падает из-за высокой проводимости воды, после чего транзистор VT1 открывается и запускается мультивибратор, который генерирует электрический сигнал, который усиливается (транзистор VT3)

и может быть передан на значительное расстояние. Данное устройство может применяться для контроля уровня воды в поймах рек во время паводка, сигнализации затопления погребов и других помещений. Также возможно использование нескольких таких приборов для дискретного измерения уровня воды (когда датчики расположены по вертикали на равной высоте друг от друга), или для контроля целостности водопроводных труб, когда датчики расположены около трубы по всей длине ее следования. В этом случае упрощается локализация прорыва, что очень удобно в случае закрытых магистралей (например, подземных).

# СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ ИОНОСФЕРНЫХ РЯДОВ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Харьковский Национальный университет*

*им. В.Н. Каразина*

*Ст. В.С.Лысенко*

*Рук. доц. Ю.И. Подъячий, асп. Н.А. Кузьменко*

Экспериментальные данные в виде дискретных временных рядов используются в геофизике, экономике, биологии и др. областях науки и техники. Например, при зондировании ионосферы радиофизическими методами данные о ее параметрах получают через конечные интервалы времени, которые и определяют дискретность ряда. Если временные ряды подвержены нерегулярным флуктуациям, то их анализ может носить только статистический характер. При этом экспериментально полученный ряд данных рассматривается как одна реализация статистического ансамбля. При этом предполагается, что статистические характеристики временного ряда в определенных пределах соответствуют характеристикам наблюдаемого процесса.

Известно, что спектр мощности временного ряда в общем случае не стремится к какому-то пределу при стремлении длины ряда к бесконечности. Поэтому спектральный анализ рядов возможен только при усреднении их статистических характеристик во временной или частотной области. Такое усреднение осуществляется с помощью корреляционных или спектральных окон.

Ионосферные временные ряды представляют собой данные измерения (с известным интервалом по времени) электронной концентрации, электронной, ионной температуры и др. параметров ионосферной плазмы. Их спектральный анализ представляет несомненный интерес, т.к. позволяет выявить скрытые периодичности, которые в свою очередь дают возможность изучать свойства вызывающих их физических процессов (например, атмосферных волн в околоземном космическом пространстве).

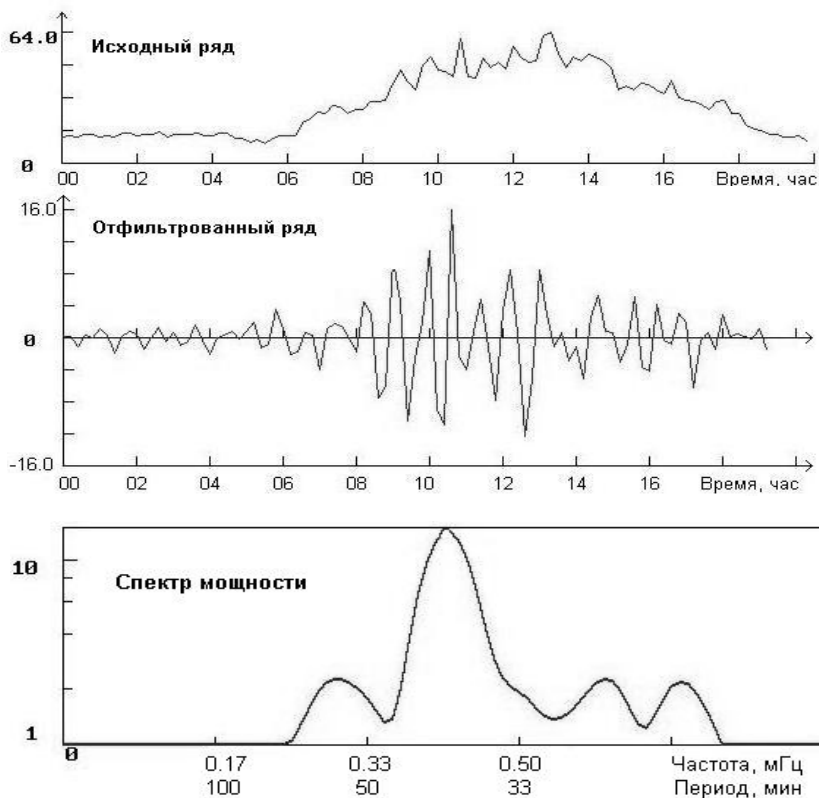
Если дискретность временного ряда равна  $D$ , то сглаженная выборочная оценка спектра мощности [1]

$$S(f) = 2D \left[ c_{xx}(0) + 2 \sum_{k=1}^{L-1} c_{xx}(k) w(k) \cos 2\pi f k D \right],$$

Где  $c_{xx}$  – ковариационная функция ряда,  $w(k)$  – сглаживающее корреляционное окно. Спектральное разрешение по частоте определяется шириной сглаживающего окна. Для часто используемого окна Бартлетта  $w(k)=1 - k/L, 0 \leq k \leq L$  его ширина равна  $\Delta f_0 = 1,5/LD$  ( $L$  – максимальный аргумент ковариационной функции).

На рисунке показаны результаты обработки реального ионосферного ряда электронной концентрации на высоте около 300 км.

На верхнем графике приведен исходный ряд. На нем хорошо виден суточный тренд. Для его удаления проведена высокочастотная и полосовая фильтрация, результаты которой приведены на среднем графике. На нижнем графике показан спектр мощности отфильтрованного ряда. Хорошо видно, что на исследуемой высоте имеет место квазипериодический процесс с частотой около 0,4 мГц (период 42 мин), вызванный, по-видимому, распространением внутренних гравитационных волн [2].



#### Литература:

5. Г.Дженкинс, Д.Ваттс. Спектральный анализ и его приложения.- М., «Мир», 1972.
6. Э.Госсард, У.Хук. Волны в атмосфере, М., «Мир», 1978.

## **ИНЖЕНЕРНАЯ СЕКЦИЯ**

### **ОДНО ИЗ КРУПНЕЙШИХ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ФИЗИКИ XX ВЕКА: МАЗЕРЫ И ЛАЗЕРЫ.**

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»  
Ст. И. Щербина, М. Г. Катеринич, А.С. Шкурпела  
Рук. проф. А. А. Мамалуй, доц. А.К. Кульчицкая*

Нобелевская премия по физике в декабре 2005 г. присуждена исследователям, работающим в области лазерной техники: Рею Глауберу (США) – "за вклад в квантовую теорию оптической когерентности ", Джону Холлу (США) и Теодору Хэншу (Германия)- за развитие прецизионной лазерной спектроскопии". Таким образом, число нобелевских лауреатов, работающих в областях, связанных с квантовой электроникой и лазерной техникой возросло. А началась история лазерной техники почти полвека назад.

Из истории развития методов генерации электромагнитного излучения: за последние сто лет происходило неуклонное повышение его частоты. К середине прошлого века был хорошо освоен диапазон от постоянного тока (0 Гц) до частот порядка нескольких гигагерц ( $10^{12}$  Гц). А за истекшие полстолетия удалось продвинуться в область высоких частот еще примерно на восемь порядков.

На начальном этапе казалось, что появятся новые источники световой энергии практически неограниченной мощности.

С самого начала своей истории человечество знало только один источник света – тепловой. Чем сильнее нагрето тело и чем больше его масса, тем ярче оно светится, но оказалось, что поднимать мощность излучения можно только до определенного предела.

Как всегда наступает момент, когда накопленный багаж научных знаний требует появления новых идей. Такой момент наступил в середине 50-х годов прошлого века. Тогда практически одновременно, А.М. Прохоров и Н. Г. Басов в СССР, Дж. П. Гордон, Х. Дж. Цайгер и Ч. Х. Таунс в США опубликовали работы , заложившие основы квантовых методов генерации сверхвысокочастотных колебаний. Частотных ограничений эти методы не предполагали, и распространение их на световой диапазон было вполне возможным. Поэтому 1954 год можно считать годом возникновения квантовой электроники.

Чтобы правильно понять историческую логику ее появления, следует кратко остановиться на предыстории. Предел классической радиотехники – диапазоном гигагерц был достигнут как раз к середине прошлого века. Препятствием к продолжению стали геометрические размеры электровакуумных приборов и длина пробега пучка электронов в них, определяющая длину волны генерируемого излучения. К середине прошлого века были хорошо изучены спектроскопические свойства веществ, созданы теоретические основы процессов поглощения и излучения энергии на основе квантовомеханических представлений, адекватно описывающих явления в атомных масштабах. В 1917 г. А. Эйнштейн опубликовал работу, посвященную изучению термодинамического равновесия между излучением и атомами и молекулами окружающих его тел. Ему понадобилось ввести помимо известных двух процессов – спонтанного излучения и поглощения, процесс вынужденного излучения. В работе Эйнштейна были также определены коэффициенты поглощения и индуцированного излучения и связь между ними, что позволило вычислить эти величины исходя из экспериментальных спектроскопических данных. В СССР в университетах страны, в Физическом институте Академии наук активно развивалась школа спектроскопистов, которые исследовали процессы дисперсии света, "отрицательного поглощения" – условия возникновения индуцированного излучения. В докторской диссертации, защищенной в ФИАНе, В.А. Фабрикант сформулировал условия, обеспечивающие усиление света атомной системой: «чтобы в атомной системе имело место усиление, необходимо, чтобы отношение населенности уровней было больше, чем отношение соответствующих статистических весов». В 1951 г. В. А. Фабрикант с сотрудниками получили авторское свидетельство на изобретение, в котором был предложен прибор, получивший название LASER.

Но в авторском свидетельстве нет и намек на возможность обратной связи, необходимой для создания генераторов света. После второй мировой войны в науку вошли новые радиофизические методы исследования, появилась радиоспектроскопия. Соответствующие энергетические уровни оказывались в достаточной мере заселенными. Кроме того, в радиоспектроскопии относительно легко было создать высокую плотность монохроматического излучения. Поэтому вынужденным излучением уже нельзя было пренебрегать, как в случае оптической спектроскопии, когда населенности оптических уровней были действительно пренебрежимо малы. Понятия об обратной связи, о резонансных системах в радиоспектроскопии были естественными.

Поэтому неудивительно, что в 1954 г. были опубликованы две статьи – в СССР и в США, в которых предлагалось применить в квантовых генераторах резонаторы для создания обратной связи и одновременного

отбора колебаний строго определенных частот. В этих статьях была обоснована идея мазера – усиление СВЧ – колебаний с помощью индуцированного излучения. Мазеры были впоследствии построены для различных диапазонов частот. В мазерах были экспериментально проверены все идеи, существенные для реализации квантового генератора.

Почему вслед за мазерами не появились лазеры (только через 6 лет)? Ведь практически все было готово. Но пришлось преодолевать две трудности. Первая заключалась в том, что в оптическом диапазоне не существовало резонаторов. В 1958 году опять практически одновременно в СССР (А.М. Прохоров) и в США (Шавлов и Таунс) предложили для создания квантовых генераторов в области очень коротких длин волн так называемый открытый резонатор. В простейшем случае это два плоских и размещенных на одной оси параллельных зеркала. Важно, что добротность подобного резонатора оказывается весьма высокой.

Вторая трудность состояла в подборе подходящей усиливающей среды и создания в ней условий для образования "инверсной заселенности" - когда населенность верхних уровней превышает населенность нижних. Наиболее изученными к тому времени были различные кристаллы и газы. Первым для создания лазера был использован кристалл рубина (Т. Мэйман 1960 г. в США). Резонатором служили плоские, полированные и посеребренные торцы кристалла.

В том же 1960 г. в США был запущен гелий-неоновый лазер, где инверсную заселенность создавал электрический разряд (впервые использовать разряд в газах для создания инверсной населенности еще в 1939 г. предложил В.А. Фабрикант).

В 1964 г. Нобелевский комитет присудил А. М. Прохорову, М. Г. Басову и Таунсу премию по физике за выдающийся вклад в создание и развитие квантовой электроники. В период с 1961 по 1964 год стали появляться работы в новом направлении – полупроводниковой квантовой электронике. Особая роль здесь принадлежит Нобелевскому лауреату Ж.И. Алферову с сотрудниками (В.М. Андреев, Е.М. Портной, М. К. Трухан), которые разработали гетероструктуры, ставшие основой современных полупроводниковых лазеров.

Свойства лазерного излучения: когерентность, монохроматичность, направленность, яркость создают широкие возможности для использования во многих отраслях науки и техники. Вот некоторые из них: лазерный луч может превратить в пар любое тело, минуя жидкую фазу; высокая монохроматичность дает возможность измерять расстояния порядка размеров ядер атомов, в спектроскопии оказалось возможным резко повысить разрешение и точность приборов.



# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО СИСТЕМОЙ ПРОВОДНИКОВ С ТОКАМИ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. А.А. Лысенко*

*Рук. доц. М.В Лебедева, доц. С.Д. Гапochenко*

В современной науке и технике магнитные поля нашли широкое использование от управления потоками заряженных частиц (в электронно-оптических приборах, ускорителях, плазмотронах) до магнитной обработки материалов, проведение которой позволяет существенно изменять в довольно широких пределах их эксплуатационные характеристики. Такой широкий круг задач обуславливает актуальность задачи развития разнообразных методов, позволяющих производить контроль и управление характеристиками этих полей.

Принципиально задача определения конфигурации магнитных полей может быть разрешена с помощью закона Био-Савара-Лапласа и принципа суперпозиции.<sup>1</sup> Однако аналитическое ее решение может быть получено только в отдельных случаях для симметричных систем. Поэтому такие задачи решаются либо численными методами с помощью ЭВМ, либо экспериментально с помощью магнетометров, построенных на различных физических принципах (датчиков Холла, различного рода флюксметра).<sup>2</sup>

Для измерения переменных и импульсных магнитных полей целесообразно использование индукционных магнетометров пассивного типа, в которых сигнал возникает за счет изменения измеряемой магнитной индукции при неизменном положении датчика (измерительного преобразователя) и постоянстве его параметров. Если в таком поле помещать флюксметр, представляющий собой маленькую пробную катушечку с большим количеством витков с ферромагнитным сердечником (или без него) в различные точки поля, то зависимость  $B(r)$  может быть найдена на основании закона электромагнитной индукции. При пропускании через соленоид переменного тока  $I = I_0 \cos \omega t$  изменяется и магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий катушку датчика и в ней возникает ЭДС

индукции  $\varepsilon$ , пропорциональная амплитудному значению индукции магнитного поля  $B_m$  в этой точке

$$\varepsilon = -\omega S N_1 B_{mn} \sin \omega t, \quad (1)$$

где  $\omega$  - циклическая частота тока,  $S$  и  $N_1$  - площадь поперечного сечения и число витков катушке датчика соответственно,  $B_{mn}$  - проекция вектора индукции магнитного поля на нормаль к сечению катушки.

Ориентируя катушечку в поле так, чтобы ее ось совпадала с координатными осями  $X, Y, Z$ , можно определить три проекции вектора магнитной индукции  $B_x, B_y, B_z$ , а по ним сам вектор  $\mathbf{B}$  и его ориентацию по отношению к координатным осям.

Измерения ЭДС производятся вольтметром, шкалу которого можно проградуировать непосредственно в единицах измеряемой величины. Градуировка датчика осуществляется сравнением показаний вольтметра со значениями индукции магнитного поля в точке, где они могут быть рассчитаны аналитически (например, в центре кругового тока). Если датчик разместить в центре кругового тока так, чтобы его ось совпадала с осью симметрии, тогда

$$B_m = \mu_0 \frac{I_m}{2R} N \quad (2)$$

где  $N$  - число витков кругового тока,  $I_m$  - сила тока в витках.

В данной работе исследовалось магнитное поле короткого соленоида, представляющего собой несколько витков проволоки, намотанных на цилиндр из изоляционного материала. В качестве датчика использовалась катушка микроминиатюрного реле. Малые размеры датчика позволяли обеспечивать достаточно высокую локальность измерений. Для повышения чувствительности датчика в качестве источника питания соленоида использовался звуковой генератор, позволяющий производить измерения на частотах в несколько килогерц.

Учитывая осевую симметрию поля, его конфигурация определялась в плоскости  $XOY$ , перпендикулярной к плоскости витков  $XOZ$ . Конструкция установки позволяла измерять значения  $B_x$  и  $B_y$  в любых точках координатной сетки, а также определить значение и направление вектора  $\mathbf{B}$ .

1. Сивухин Д. В. Курс общей физики. Т. 3. -М.: Наука, 1977.
2. Физический энциклопедический словарь / Под ред. А.М. Прохорова. - М.: Сов. Энциклопедия, 1983.

# **ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

*Национальный технический университет  
“Харьковский политехнический институт”*

*Ст. К.С. Гришко  
Рук. доц. Я.С. Павляк*

Когда А.С.Попов изобрел радио, он не догадывался о том влиянии, которое могут оказывать на человека электромагнитные волны (ЭМВ), излучаемые его устройством.

Прошло не так много времени, а современный человек буквально “купается” в этих волнах. Но поскольку ЭМВ влияют на здоровье человека, минуя органы чувств, а последствия этого влияния носят отдаленный характер, человек не задумывается над этой проблемой. Исследования последствий влияния ЭМВ на человека фактически находятся на начальной стадии.

Никто сейчас уже не сможет представить жизнь без телевизоров, компьютеров, мобильных телефонов, многочисленной бытовой техники, использующих ЭМВ.

Но значит ли это, что можно бездумно подвергать себя “невидимой и неслышимой” опасности?

Начаты очень серьезные и планомерные исследования в этой области в России, США и других странах, и надо сказать, что первые результаты должны насторожить человечество.

Наиболее широкое распространение получили мобильные телефоны. Ими пользуются сотни миллионов людей в мире. Но это изобретение должно оцениваться не только с точки зрения приносимых благ, но и с точки зрения безопасности для здоровья человека. Чем же опасны телефоны?

Область облучения во время работы телефона - это, прежде всего, головной мозг, вестибулярный аппарат, зрительный аппарат человека.

При использовании несущей частоты 450-900 МГц длина волны незначительно превышает размер головы человека. В этом случае энергия излучения поглощается неравномерно и могут внутри головы образовываться “горячие точки” - эффект СВЧ-печи.

При длительном разговоре этот эффект можно ощущать по повышению температуры ушной раковины. При мощности излучения 4 Вт/кг в течение 30 мин разговора температура повышается на 1°.

Если мощность телефона составляет 0,6 Вт, то удельная энергия поля колеблется от 120 до 230 мкВт/см<sup>2</sup> (допустимая норма 100 мкВт/см<sup>2</sup>), что может привести к изменению биологической активности различных структур мозга. Как следствие этого - головная боль, боль в глазах, прогрессивное ухудшение зрения, повышение артериального давления на 5-10 мм рт.ст., нарушение памяти и концентрации внимания.

Наиболее опасны опухоли мозга (на стороне преимущественного расположения телефона при разговоре). Особенно часто наблюдается влияние излучения на хрусталик глаза. Из-за особенностей строения он плохо снабжается кровью и поэтому особенно сильно подвержен влиянию ЭМВ. А это влияет на остроту зрения.

Медикам известно, что облучение с частотой 15 Гц вызывает у больных эпилепсией припадки. Кроме того, при облучении, исходящем от сотовых телефонов, заметны негативные изменения энцефалограмм у совершенно здоровых людей.

Многие используют телефон в качестве будильника, не учитывая, что даже в ожидании вызова телефон работает в пульсирующем режиме. Это особенно вредно, если телефон расположен у изголовья кровати.

Надо помнить и о том, что излучение телефона носит сложномодулированный характер. Одна из составляющих всех телефонов имеет частоту 2 Гц, а именно эта частота соответствует ритмам мозга человека, что может вызвать нарушение активности деятельности мозга.

Следует отметить, что особенно вредны разговоры по телефону в машине, так как происходит отражение СВЧ излучения от металла кузова. В этом случае лучше пользоваться наружной антенной.

Периодически в печати появляются сообщения об абсолютной безопасности мобильных телефонов. Но надо помнить, что опухоль мозга может появиться через 10-15 лет. Такой срок с начала массового использования мобильных телефонов еще не истек, так что давать гарантии рано.

## ФЛУКТУАЦИИ И САМООРГАНИЗАЦИЯ.

*Национальный технический университет "Харьковский  
политехнический институт"*

*Ст. В.А. Маршала*

*Рук. доц. Н.И. Гнидаш, доц. Е.Н. Подъячая*



В 1977г. Илья Романович Пригожин стал лауреатом Нобелевской премии. Этого ученого называют Ньютоном современности. Хотя высшую научную награду И. Пригожин получил за исследования в области химии, его вклад в другие научные дисциплины, в том числе и физику, трудно переоценить. В современной науке нет ученого, который обладал бы таким количеством наград и званий, как Пригожин. Он был членом 70 национальных академий 21 страны мира, почетным доктором в 23 странах. Его вклад в современную термодинамику, биологию, теорию эволюции, сложные социальные

процессы можно назвать переворотом в теории познания.

Действительно, наука двадцатого столетия привела к революционным изменениям в мировоззрении человека. Но и в самой науке прошлого века было три революции. Первая – это теория относительности, вторая – квантовая механика и третья – теория саморегулирующихся систем или синэргетика, одним из творцов которой был И. Пригожин. Он создал неравновесную термодинамику, в которой привычное и традиционное для всех наук понятие равновесия в принципе не достижимо.

Исключительно важным был тот факт, что предложенная И. Пригожиным физическая модель с успехом распространялась и на биологические, и на социальные объекты.

Термодинамика Пригожина – это термодинамика сильно неравновесных процессов, в которых любая флуктуация не может быть подавлена. Устойчивость системы перестает следовать из общих законов физики: флуктуации, нарастая, могут охватывать всю систему.

Новые пространственно-временные образования, которые возникают в сильно неравновесных системах, по предложению И. Пригожина стали называть диссипативными структурами. В эволюции одной и той же системы могут возникать несколько диссипативных структур. Выбор одной из них происходит под действием микроскопических флуктуаций частиц, образующих системы, т.е. происходит самоорганизация системы.

Самоорганизующиеся системы делают возможной адаптацию к преобладающей окружающей среде, то есть реагируют на изменения в окружающей среде и такой термодинамический отклик делает системы чрезвычайно гибкими и устойчивыми к возмущениям внешних условий.

Нелинейная термодинамика, созданная главным образом трудами И. Пригожина и основанная на теореме, носящей его имя, в настоящее время бурно развивается.

Доказанная И. Пригожиным теорема термодинамики неравновесных процессов гласит: при внешних условиях, препятствующих достижению системой равновесного состояния, стационарное состояние системы соответствует минимальному производству энтропии.

Если препятствий к установлению равновесия нет, то производство энтропии достигает своего абсолютного минимума — нуля

Принципы термодинамики были сформулированы в середине XIX в. Согласно одной из версий первого начала термодинамики, представляющего собой принцип сохранения энергии, в любой закрытой системе энергия не исчезает и не возникает, а переходит из одной формы в другую.

Второе начало термодинамики (принцип энтропии) описывает тенденцию систем переходить из состояния большего к состоянию меньшего порядка. Энтропия — это мера беспорядочности, или разупорядоченности, системы. Чем больше разупорядоченность, тем выше энтропия.

Считая, что неравновесность может служить источником организации и порядка, И. Пригожин представил диссипативные структуры в терминах математической модели с зависимыми от времени нелинейными функциями, которые описывают способность систем обмениваться материей и энергией с внешней средой и спонтанно себя рестабилизировать.

Уже сейчас ставшие известными закономерности процессов самоорганизации в открытых диссипативных системах, как классических, так и квантовых, используются во всех областях естествознания — физике, химии, биологии, а также в социологии, экономике, языкознании, лингвистике. А открывающиеся перспективы еще более широки и многообещающи.

## **ПРИНЦИПЫ ПРОСТОТЫ И ЕДИНСТВА В ФИЗИКЕ: ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ**

***Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»***

***Ст. М. Волченко, С. Наледько***

***Рук: доц. С.Д. Гапченко***

В настоящее время общеизвестно, что закон всемирного тяготения совместно с тремя законами Ньютона составляет основу механики, которая объединяет земную и небесную механики.

Цель нашей работы – показать основные принципы, которыми руководствовались ученые на пути к пониманию единства законов, описывающих движение как земных, так и небесных тел.

Первые теории, объясняющие наблюдаемое движение Солнца, Луны и видимых невооруженным глазом планет были разработаны еще в Древней Греции (около 500 лет до н.э.). Чтобы понять принципы, лежащие в основе формирования не только этих, но и ряда последующих теорий, необходимо отметить, что древние греки были великими геометрами и обладали развитым чувством симметрии и совершенства форм. Окружность они считали совершенной кривой, сферу – идеальным телом. Суть представлений древнегреческих космологов состояла в том, что на неизменных и совершенных небесах могут находиться только тела совершенных форм и происходить только совершенные движения. Квинтэссенцией взглядов древнегреческих астрономов стала геоцентрическая система Птолемея (~120 г.), которая на протяжении последующих 14 столетий играла ключевую роль в астрономии. Согласно этой системе звездное небо – это сфера, вращающаяся вокруг неподвижной оси и совершающая полный оборот за 24 часа. Земля расположена эксцентрично относительно центра главного круга. Для объяснения движения планет Птолемей разработал систему главных и вспомогательных кругов с различными радиусами, скоростями и эксцентриситетами различной величины и направлений. Эта сложная и громоздкая система, которая, хотя и позволяла рассчитывать положения Солнца, Луны и планет, была лишена простоты и геометрического совершенства, на которых основывали свои представления о мире предшествующие поколения философов. Считалось также, что движение идеальных небесных тел – естественное движение – описывается законами, отличными от законов движения тел на Земле.

В средние века в Европе возродились идеи древних греков и вместе с тем и неудовлетворенность сложностью и громоздкостью системы Птолемея. Так, по мнению французского философа Николая Орезмского (1320 – 1382) легче представить себе вращение самой Земли, чем вращение вокруг нее

огромной звездной сферы. Немецкий философ Николай Кузанский (1401 – 1464) считал, что Земля действительно вращается вокруг собственной оси, а Вселенная бесконечна и не имеет выделенного центра. Но подлинным переворотом во взглядах на устройство Вселенной стала гелиоцентрическая система Николая Коперника (1473 – 1543). Согласно его системе все наблюдаемые небесные явления объясняются двумя движениями Земли: ее вращением вокруг собственной оси и обращением вместе с другими планетами вокруг Солнца, которое находится в центре мира. Однако Коперник твердо придерживался представлений об идеальном движении светил, поэтому ему пришлось использовать для объяснения движения планет эксцентрики и эпициклы. Несмотря на это, его система была существенно проще системы Птолемея.

Самым знаменитым сторонником взглядов Коперника был Галилео Галилей (1564 - 1642). Огромное значение имели его труды по механике, которые во многом способствовали созданию непротиворечивой теории механики и тяготения: он показал, что для поддержания движения наличия силы необязательно, что тела могут одновременно осуществлять движения различных видов, что падающие тела испытывают одинаковые ускорения независимо от их веса. Кроме того, астрономические открытия Галилея полностью изменили представления человека о Вселенной. К наиболее важным из них относятся: 1) ландшафт Луны не является идеально гладким, а имеет черты, свойственные и земным ландшафтам; 2) Млечный Путь состоит из множества звезд, а не представляет собой атмосферное явление, как считал Аристотель; 3) Солнце не является идеальным эфирным телом (им были открыты пятна на Солнце) и вращается вокруг своей оси; 4) Юпитер имеет четыре спутника, из чего следует, что Земля не является единственным центром Вселенной.

Вторым человеком, сыгравшим ключевую роль в утверждении гелиоцентрической системы, был Иоганн Кеплер (1571 – 1630). В 1600 г., работая в обсерватории Тихо Браге, он занимался изучением движения Марса. Твердо придерживаясь, как и его современники, концепции идеального кругового движения, он попытался математически описать траекторию планеты, используя систему Коперника. Потерпев неудачу, он вынужден был признать, что орбита Марса – эллипс. Анализ результатов многочисленных астрономических наблюдений позволил Кеплеру сформулировать три закона, известных как законы Кеплера. Значение вклада Кеплера в становление современной физики состоит в том, что он положил конец более двухтысячелетнему господству веры в совершенство небес. А так же идеи об идеальном круговом движении, как единственно возможном для небесных тел. Вместе с тем законы Кеплера описывают движение планет, но не дают ответа на вопрос: почему они двигаются так? Сам Кеплер считал, что



планеты заставляет двигаться по орбитам некая сила, исходящая из Солнца и ослабевающая с расстоянием. Он склонялся к мысли о том, что аналогично взаимодействию магнитов существует некое общее притяжение между телами, благодаря которому удаленные в пространстве тела стремятся двигаться по направлению друг к другу.

В этом контексте следует отметить также работы по механике некоторых ученых. Так Рене Декарт (1596 – 1650) считал естественным прямолинейное равномерное движение. Всякое изменение движения должно вызываться взаимодействием материальных тел. Приняв эту гипотезу Декарта, итальянский натурфилософ Джовани Борелли (1608 – 1679) утверждал, что планеты отклоняет от прямолинейного движения и заставляет двигаться по орбите вокруг Солнца некая сила, связанная с самим Солнцем. Так как планеты не падают на Землю, то должно существовать еще одно воздействие – отталкивание от центра. Это воздействие Христиан Гюйгенс (1629 – 1695) назвал центробежной силой. Английский астроном и физик Эдмунд Галей (1656 – 1742), работая над проблемой закона притяжения, следуя которому планеты движутся вокруг Солнца по эллиптическим орбитам, к 1864 г. пришел к окончательному выводу, что эта сила изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния.

Однако окончательная формулировка закона всемирного тяготения принадлежит английскому ученому Исааку Ньютону (1643 – 1727 г.). В «Математических началах натуральной философии» (1687 г.) были изложены основные принципы механики Ньютона (три закона Ньютона) и их применения к явлениям Вселенной. Используя разработанный им новый математический аппарат – математический анализ, Ньютон показал: 1) что движение тела по кривой конического сечения (окружности, эллипсу, параболе и гиперболу) возможно только при действии на него силы, обратно пропорциональной квадрату расстояния и направленной к некоторой фиксированной точке; 2), что действие такой универсальной силы объясняет движение Луны и планет, ускорение свободно падающих тел, поведение спутников Юпитера и океанские приливы; 3) что сила взаимного притяжения двух тел должна зависеть от масс этих тел.

Механика Ньютона, будучи удивительно простой, в своих основаниях, объединила земную и небесную механику и с этой точки зрения в значительной степени определила цель развития науки вплоть до сегодняшнего дня – поиски единой теории Вселенной.

## **КОЛЕБАНИЯ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ**

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. А. Лазаренко .*

Инженерам практически всех специальностей часто приходится сталкиваться с колебаниями различной физической природы. В данной работе мы ограничимся механическими колебаниями. В ряде случаев колебания механических систем являются вредным сопутствующим фактором: они могут приводить к нарушению режима работы системы или даже к ее разрушению.

Одной из проблем, которая должна решаться при конструировании автомобилей – возможное кинематическое возбуждение колебаний системы. Такое возбуждение имеет место, если точка подвеса маятника совершает колебания в горизонтальной плоскости – тогда маятник раскачивается с частотой, равной частоте колебаний точки подвеса.

1. Некоторые небольшие предметы, установленные на автомобиле, испытывают интенсивные колебания, вызванные даже небольшими вибрациями от двигателя, передаваемыми через корпус автомобиля. Таким колебаниям может быть подвергнуто, например, зеркало заднего вида. Масса зеркала мала по сравнению с массой автомобиля, поэтому можно считать, что колебания зеркала не влияют на динамику автомобиля. Следовательно, движение точки опоры зеркала не зависит от вибраций зеркала. Вынужденные колебания зеркала могут иметь резонансный характер; в этом случае даже малые колебания крепления зеркала приводят к его интенсивным колебаниям, что значительно ухудшает качество изображения.

2. Клапаны автомобильного двигателя закрыты под действием предварительно поджатых пружин. Когда клапан открывается, его пружина сжимается еще больше. Поскольку клапан периодически открывается и закрывается, можно считать, что пружина подвержена кинематическому возбуждению. Если такие колебания станут резонансными, то произойдет «перенапряжение» пружины, что может привести к «отскоку» клапанов и разрушению пружины.

Эффективное решение этой проблемы связано с определением форм свободных колебаний системы - собственных форм, каждой из которых соответствует собственная частота и скорость затухания колебаний, обусловленная действующими в системе силами трения. Для расчета собственных частот необходимо иметь информацию о величине и распределении масс и жесткостей системы. В случаях, когда конструкции допускают большое разнообразие типов деформаций, такой расчет может быть достаточно трудоемким. Собственные формы колебаний объектов техники, в частности деталей машин, имеют сложный характер. На практике и собственные частоты, и собственные формы колебаний различных

механических систем определяют как расчетным путем, так и экспериментально.

Для устранения резонансных явлений при кинематическом возбуждении применяется расстройка частот путем изменения параметров системы или увеличение демпфирования – введения трения для гашения колебаний. В последнем случае чаще всего используются материалы с высоким уровнем рассеяния энергии (например, резина) и специальные устройства - демпферы.

3. Еще один из видов вредных колебаний, так называемые «колебания твердого тела», при которых система не испытывает существенных деформаций. Причина таких колебаний заключается в возникновении колебательного движения центра масс системы, вследствие чего она развивает переменную силу, действующую на окружающие детали. Подобная ситуация возникает в поршневых двигателях. Обычно невозможно сбалансировать части двигателя так, чтобы его центр масс оставался неподвижным во время работы. Поэтому при работе двигателя возникают вибрации и переменные силы, которые действуют на крепежные болты. Это обстоятельство является одним из основных источников аварий в технике, связанных с вибрациями. В целях устранения переменных сил двигатель балансируется на специальном станке, а в ответственных соединениях двигателей (например, в узлах крепления крышек подшипников) используются специальные гайки – предотвращающие самооткручивание гаек.

4. Крутильные колебания коленчатого вала, которые накладываются на его вращение с постоянной большой скоростью, в случае резонанса могут привести к разрушению вала. В этом случае отстройка от резонанса невозможна и используется демпфер – демпфер Ланчестера. Он представляет собой простое устройство, вращающееся вместе с валом как жесткое тело; когда возникают крутильные колебания, он рассеивает энергию за счет сил трения. Имеет большое значение выбор точки крепления демпфера. В коленчатом валу возникает стоячая волна, характеризующаяся узлами и пучностями. Если демпфер поместить в узел, то демпфер не будет колебаться (и следовательно, не будет поглощать энергию) независимо от интенсивности колебаний самого вала.

Приведенные примеры составляют лишь небольшую часть из большого многообразия проблем, связанных с колебаниями, которые возникают при конструировании автомобилей.

## **ИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЦА**

*Национальный технический университет*

## *«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Р. В. Ферлий  
Рук. доц. Г. И. Конач*

В ходе наблюдений ученые выяснили, что Солнце – мощный источник радиоизлучения. В межпланетное пространство проникают радиоволны, которые излучает хромосфера (сантиметровые волны) и корона (дециметровые и метровые волны). Радиоизлучение Солнца имеет две составляющие – постоянную и переменную (всплески, "шумовые бури"). Во время сильных солнечных вспышек радиоизлучение Солнца возрастает в тысячи и даже миллионы раз по сравнению с радиоизлучением спокойного Солнца. Это радиоизлучение имеет нетепловую природу. Рентгеновские лучи исходят в основном от верхних слоев хромосферы и короны. Особенно сильным излучение бывает в годы максимума солнечной активности.

Нейтрино, электроны, протоны, альфа-частицы, а так же более тяжелые атомные ядра составляют корпускулярное излучение Солнца. Значительная часть этого излучения представляет собой более или менее непрерывное истечение плазмы - солнечный ветер, являющийся продолжением внешних слоёв Солнечной атмосферы - солнечной короны. На фоне этого постоянно дующего плазменного ветра отдельные области на Солнце являются источниками направленных, усиленных, корпускулярных потоков. Скорее всего, они связаны с особыми областями Солнечной короны - коронными дырами, а также, возможно, с долгоживущими активными областями на Солнце.

Солнечное корпускулярное излучение оказывает сильное влияние на Землю и, прежде всего, на верхние слои атмосферы и магнитное поле, вызывая множество интересных геофизических явлений.

Под действием волнового излучения Солнца на высотах от нескольких десятков до нескольких сот километров происходит ионизация газов верхней атмосферы и образуется ионосфера.

В последние годы всё чаще говорится о солнечной активности, магнитных бурях и их влиянии на людей. Так как солнечная активность нарастает, то вопрос о влиянии этого явления на здоровье становится в достаточной степени актуальным.

Спокойное Солнце характеризуется постоянством во времени электромагнитного излучения во всём его спектральном диапазоне, а также постоянством во времени так называемого солнечного ветра – слабого потока

электронов, протонов, ядер гелия, представляющего собой радиальное истечение плазмы солнечной короны в межпланетное пространство.

Магнитное поле планет (в том числе Земли) служит защитой от солнечного ветра, но часть заряженных частиц способно проникать внутрь магнитосферы Земли. Взаимодействие этих заряженных частиц с атомами и молекулами атмосферных газов вызывает свечение, которое называется северным сиянием.

Энергия, приходящая в виде этих частиц, далее распределяется в различных процессах вокруг всего земного шара, в результате чего происходят изменения в атмосфере и ионосфере на всех широтах и долготах. Имеется значительное многообразие последствий вторжения частиц солнечного ветра в зависимости от региона.

Волновое излучение Солнца распространяется прямолинейно со скоростью 300 тыс. км/сек и доходит до Земли за 8 минут. Молекулы и атомы атмосферных газов поглощают и рассеивают волновое излучение Солнца избирательно (на определённых частотах). Периодически, с ритмом приблизительно 11 лет, происходит усиление солнечной активности. В это время усиливается волновое солнечное излучение на разных частотах, из солнечной атмосферы выбрасываются в межпланетное пространство потоки электронов, протонов, ядер гелия, энергия и скорость которых много больше, чем энергия и скорость частиц солнечного ветра. Этот поток частиц распространяется в межпланетном пространстве с ударной силой. Через определённое время (12–24 часа) этот поток достигает орбиты Земли. Под его давлением магнитосфера Земли на дневной стороне сжимается в 2 раза и более (с 10 радиусов Земли в норме до 3–4х), что ведёт к увеличению напряжённости магнитного поля Земли. Так начинается мировая магнитная буря.

Период, когда магнитное поле увеличивается, называется начальной фазой магнитной бури и продолжается 4–6 часов. Далее магнитное поле возвращается к норме, а затем его величина начинает уменьшаться. Период пониженного магнитного поля называется главной фазой мировой магнитной бури и длится 10–15 часов. После главной фазы магнитной бури следует восстановительная (несколько часов), когда магнитное поле Земли восстанавливает свою величину.

За последние годы стало понятно, что на человека действует целый ряд космических факторов, вызывающих изменения в магнитосфере планеты в результате воздействия на неё солнечных корпускулярных потоков. А именно:

1. Инфразвук, представляющий собой акустические колебания очень низкой частоты.
2. Микропульсации или короткопериодические колебания магнитного поля Земли (с частотами от нескольких герц до нескольких кГц).
3. Также в это время меняется интенсивность ультрафиолетового излучения.

Выбрасываемые из Солнца потоки очень разнообразны. Различны и условия в межпланетном пространстве, которое они преодолевают, поэтому нет строго одинаковых магнитных бурь.

Влияние солнечной активности на возникновение заболеваний установил ещё в 20-х годах А.Л.Чижевский. Его считают основоположником науки гелиобиологии. С тех пор проводятся исследования, накапливаются научные данные, подтверждающие влияние солнечных и магнитных бурь на здоровье.

Из всех заболеваний, которые подвержены воздействию магнитосферных бурь, сердечно-сосудистые были выделены, прежде всего, поскольку их связь с солнечной и магнитной активностью была наиболее очевидной.

Проведённые исследования показали, что наиболее пагубно на больных действует буря в её начальный период. Анализ многочисленных медицинских данных вывел также сезонный ход ухудшения здоровья во время магнитных бурь. Он характеризуется наибольшим ухудшением в весеннее равноденствие.

Выявлена связь солнечной активности и с функционированием других систем организма, с онкозаболеваниями.

Результаты научных наблюдений за солнечной активностью в течение последних 170 лет позволяют отнести максимум 11-летнего цикла в 2001 году к самому мощному за этот период. Он совпадает с вхождением в максимум 576 летнего цикла противостояния больших планет в 2000 году, что позволяет учёным предположить усиление психопатогенного космического воздействия на биосферу в 2004–2006 гг. вызвать наибольшее усиление сейсмической активности Земли в новейшей истории.

**АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО**  
**Национальный технический университет**  
**«Харьковский политехнический институт»**

**Ст. А.Н. Лещенко**  
**Рук. доц. Т.И. Храмова**

Проблемой поиска и разработки новых источников энергии в частности занимается биоэнергетика – наука о механизмах преобразования энергии в живой клетке.

Сфера действия технологической биоэнергетики – производство энергоносителей (биогаза, этанола, водорода и др.), процессы биотехнологии (извлечение металлов из руд и растворов, увеличение нефтеотдачи подземных пластов), подавление и предотвращение биоповреждений, создание биоэлектронных устройств. Производственное применение биоэнергетических процессов актуально в связи с ростом потребностей общества в энергии, сокращением топливных запасов планеты и удорожанием добычи ископаемого сырья. Кроме того, технологическая биоэнергетика дает экологически чистую энергию, не вызывающую теплового загрязнения среды.

К настоящему времени технологически освоено применение следующих процессов, протекающих на уровне клеток: 1. Получение этанола из углеводов с помощью дрожжевых или бактериальных клеток. 2. Получение ацетона и бутанола с помощью анаэробных бактерий, расщепляющих углеводы или белки. 3. Получение водорода с использованием растворимых гидрогеназ или нитрогеназ, функционирующих в клетках бактерий, а также с помощью клеток водорослей, и изолированных хлоропластов или их компонентов.

При фотосинтезе солнечная энергия конвертируется в энергию химических связей органических веществ биомассы. Эту скрытую химическую энергию можно с помощью ряда биологических или термохимических процессов превратить в удобные для использования виды топлива или энергии. Современная технологическая биоэнергетика связана с развитием следующих направлений:

1. Создание крупномасштабных, высокоэффективных процессов получения биомассы.
2. Создание эффективных процессов биотехнологической конверсии биомассы в топливо.
3. Развитие методов термохимической конверсии биомассы в топливо.
4. Разработка и испытание оборудования для применения различных видов топлива, получаемого методами технической биоэнергетики.

# ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

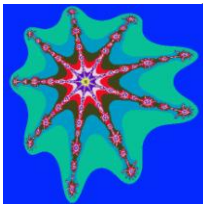
*Ст.: О.И. Лосев*

*Рук.: доц. Т.И. Храмова.*

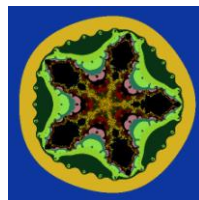
Понятия **фрактал** и **фрактальная** геометрия, появившиеся в конце 70-х годов, с середины 80-х прочно вошли в обиход математиков и программистов. Впервые фрактальную природу нашего мира подметил математик Бенуа Мандельброт: "Почему геометрию часто называют холодной и сухой? Одна из причин заключается в её неспособности описать форму облака, горы, дерева или берега моря. Облака – это не сферы, горы – не конусы, линии берега – это не окружности, и кора не является гладкой, и молния не распространяется по прямой. Природа демонстрирует нам не просто более высокую степень, а совсем другой уровень сложности". Он создал неевклидову геометрию негладких, шероховатых, зазубренных, изъеденных ходами, порами, трещинами и отверстиями, извилистых и тому подобное объектов.

В настоящее время достоверно установлено, что большое число процессов и явлений в физике и окружающей нас природе может быть представлено с использованием фрактальных моделей. Фактически фракталы встречаются везде, где заканчиваются привычные правильные формы евклидовой геометрии. При наблюдении любого природного объекта с первого взгляда видно, что описать его форму со всеми шероховатостями можно только приблизительно. При необходимости более адекватного их описания на помощь приходят фракталы.

Термин фрактал – производное от латинских "frangere" – "ломать" и "fractus" – "дробный". Фракталы как модели применяются в том случае, когда реальный объект нельзя представить в виде классических моделей.



**Julia**



**Mandelbrot**

Рисунок. Фракталы множества: Жюлиа (Julia); Мандельброта (Mandelbrot).



Применение фракталов позволяет намного упростить сложные процессы и объекты, что очень важно для моделирования, а также позволяет описать нестабильные системы и процессы.

Независимо от природы или метода построения, у всех фракталов есть ряд общих важных свойств: части фрактальных структур в определенном смысле подобны всей структуре в целом, а степень изрезанности или сложности фрактальных структур может быть описана неким характеристическим числом – фрактальной размерностью. Численное значение величины фрактальной размерности характеризует степень заполнения пространства, в котором существует фрактальная система. Отличительной особенностью этой размерности является то, что она не совпадает с евклидовой размерностью пространства, в котором существует фрактальная система, т. е. является дробной. Для нефрактальных объектов (линия, плоскость, шар) размерность принимает целочисленные значения, совпадающие по величине с размерностью пространства.

В настоящее время фракталы применяются везде, где надо описать сложные геометрические объекты. Примерами может служить использование программ с фрактальным анализом для составления карт морского дна и береговой линии, обнаружения воздушных целей, быстрого масштабирования размеров графической информации, создания объемных текстур (различных поверхностей). Фракталы применяются при моделировании рельефа местности и поверхности моря, обработке звуковой информации, формирования фрактальных сигналов и, как бы невероятно это звучало, для определения подлинности голоса. Перспективы будущих массовых и эффективных применений фракталов ещё более удивительны.

#### **Литература:**

1. Божокин С. В., Паршин Д. А. Фракталы и мультифракталы. – Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2001. – 128 с.
2. Кроновер Р. М. Фракталы и хаос в динамических системах. – М.: Постмаркет, 2000. – 352 с.
3. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
4. Пайтген Х. О., Рихтер П. Х. Красота фракталов. Образцы комплексных динамических систем/Пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 176 с.
5. Федер Е. Фракталы/Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 254 с.
6. Фракталы в физике/Труды VI международного симпозиума по фракталам в физике. – М.: Мир, 1988. – 672 с.
7. М. Бассвилль, А. Вилски, А. Банвенист и др. Обнаружение измерения свойств сигналов и динамических систем/Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 280 с.

## **КРИСТАЛЛЫ В ПЫЛЕВОЙ ПЛАЗМЕ**

***Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»***

***Ст. Е.Н. Гаврилов***

***Рук. ст. пр. Г.Е. Галуза, доц. В.В. Пилипенко***

Плазма – самое распространенное состояние вещества в природе. Свойства плазмы составляют основу современных технологий. Плазма излучает свет в электроразрядных лампах, создает цветное изображение в плазменных панелях. В плазменных реакторах потоки плазмы используют для производства микросхем, упрочнения металлов и очистки поверхностей. Плазменные установки перерабатывают отходы и производят энергию. Физика плазмы – активно развивающаяся область науки, в которой по сей день, совершаются удивительные открытия, наблюдаются необычные явления, требующие понимания и объяснения. Недавно в низкотемпературной плазме обнаружено образование «плазменного кристалла», то есть пространственно – упорядоченной структуры из мелкодисперсных частиц – плазменной пыли.

Пылевая плазма представляет собой ионизированный газ, содержащий пылинки – частицы твердого вещества. Такая плазма встречается в космосе: в планетных кольцах, хвостах комет, межпланетных и межзвездных облаках. Она обнаружена вблизи искусственных спутников Земли и в пристеночных областях термоядерных установок с магнитным удержанием, а также в плазменных реакторах, дугах, разрядах.

Повышенный интерес к свойствам пылевой плазмы возник с развитием технологий плазменного напыления и травления в микроэлектронике, а также производства тонких пленок и наночастиц. Наличие твердых частиц, которые попадают в плазму в результате разрушения электродов и стенок разрядной камеры приводят не только к загрязнению поверхности полупроводниковых микросхем, но и возмущают плазму, зачастую непредсказуемым образом.

Размеры пылевых частиц относительно велики – от долей микрона до нескольких десятков микрон. Их заряд может иметь чрезвычайно большую величину и превышать заряд электрона в сотни тысяч раз. В результате средняя кулоновская энергия взаимодействия частиц может намного превосходить их среднюю тепловую энергию. При некоторых условиях сильное электростатическое взаимодействие приводит к образованию упорядоченной структуры - плазменного кристалла. Они подобны пространственным структурам в жидкости или твердом теле. Здесь могут происходить фазовые переходы типа плавления и испарения.

# О НЕКОТОРЫХ НЕТРАДИЦИОННЫХ РЕШЕНИЯХ В РАЗВИТИИ ЭНЕРГЕТИКИ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Л.Н. Падалий  
Рук. асс. И.В. Галушак*

Кризис, назревший внутри ранее благополучного топливно-энергетического комплекса (ТЭК), может привести к сильному потрясению экономики Украины, и будет иметь для неё совершенно непредсказуемые последствия.

В сложившейся ситуации на первом этапе наиболее перспективным является реализация в энергетике Украины таких передовых технологий, которые при относительно малых инвестициях смогли бы вывести энергетику из кризиса. Для рассмотрения предлагаются три современные технологии, две из которых предусматривают в качестве топлива газ, последняя – уголь.

1. Надстройка котлов отопительных котельных газотурбинными установками (ГТУ) на базе авиационных двигателей мощностью 4-20 МВт.

Продукты сгорания такой ГТУ, содержащие до 17% свободного кислорода, сбрасываются в топку котла, где используются в качестве окислителя природного газа. Тепловая нагрузка котла регулируется в соответствии с нуждами потребителя путем подачи газа в котел при независимом регулировании электрической нагрузки. Дополнительная электроэнергия при этом генерируется с КПД = 65-75% при низких капитальных затратах и сроках их окупаемости (менее 3 лет).

2. Модернизация паротурбинных блоков с помощью газотурбинных установок на базе авиационных двигателей по оригинальной технологии с частичным окислением природного газа.

Такая технология имеет следующие основные преимущества:

- мощность используемой газотурбинной установки увеличивается в 2-3 раза;
- коэффициент полезного действия выработки дополнительной энергии достигает 80%;
- выбросы токсичных оксидов азота модернизируемого энергоблока снижается в 5-7 раз;

- стоимость дополнительно генерируемой электроэнергии составляет около 50% стоимости электроэнергии базового энергоблока, а срок окупаемости капитальных затрат – 1,5-2 года.

Надстройки с частичным окислителем природного газа целесообразно устанавливать на энергоблоках К-300, Т-250 (например, в Харькове на ТЭЦ-5).

3. В перспективе будет возрастать роль безопасной атомной энергетики и угля. Сейчас разрабатываются новые экологически чистые технологии переработки угля, причем не только в качестве источника получения тепловой и электрической энергии, но и как сырья для получения синтетических моторных топлив и различной химической продукции. Наиболее перспективно комплексное энерготехнологическое использование угля. Одна из таких технологий, разработанная в России, представлена к рассмотрению.

Дробленный, подсушенный уголь с помощью шлюз-бункера подается в верхнюю часть полочного реактора кипящего слоя, работающего под давлением, превышающим максимальное давление входящей в комплекс ПГУ. В нижнюю часть реактора навстречу углю подается сжатый воздух после компрессора. Дробленный уголь пересыпается с полки на полку с помощью перепускных труб. На нижней полке воздух дополнительно подогревается в результате охлаждения угольной золы и выжигания остающегося в ней углерода.

В результате одновременно производятся три целевых продукта: очищенный энергетический (или технологический) газ, синтетическое жидкое топливо в виде легкой угольной смолы и коммунально-бытовое топливо в виде угольных брикетов.

Если принять стоимость угольных брикетов и жидкого топлива равной их стоимости в альтернативном производстве, то можно получить существенное снижение стоимости генерируемой энергии при одновременном решении экологических проблем.

## **ИЗ ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ**

***Национальный политехнический институт  
«Харьковский политехнический институт»***

***Ст. О.Н. Борсук, В.С. Рыжкова  
Рук.: доц. В.К. Якуша, ст. Т.Г. Ходячих***

Идея сохранения движения, из которой, в частности, и «вырос» закон сохранения энергии, была впервые высказана в античную эпоху.

В XVII-XVIII вв. закладываются основы учения о мерах движения и выдвигается идея сохранения величин, являющихся мерами механического движения. Таково первое направление развития науки, подготовившее открытие закона сохранения и превращения энергии.

Второе направление было связано с прикладной механикой и состояло в постепенном утверждении мысли о невозможности вечного двигателя и в формировании понятия о работе.

Третье направление развития науки, подготовившее открытие закона сохранения энергии, было связано с изучением превращения одних форм движения материи в другие, и прежде всего с исследованием взаимосвязи механических и тепловых явлений.

Однако идея сохранения еще не имела строгого математического выражения. Она объясняла известные явления, но не раскрывала своей «предсказательной» мощи, свойственной закону сохранения. Это было сделано трудами немецкого физика, математика, физиолога Г. Л. Ф. Гельмгольца. Его огромной заслугой стало то, что он фактически ввел понятие потенциальной энергии и выразил эту величину.

Окончательное установление закона сохранения и превращения энергии связано с именами Ю.Р. Майера, Дж.П. Джоуля и Г.Л.Ф. Гельмгольца. В их работах получили отражение три стороны закона: философско-теоретическое (Ю.Р. Майер), экспериментальное (Дж.П. Джоуль) и математическое (Г.Л.Ф. Гельмгольц). Все трое сошлись на одном выводе: любые явления природы происходят так, что движение закономерным образом превращается из одной формы в другую, сохраняясь в количественном отношении, и существует особая величина, являющаяся мерой движения, превращаемого из одной формы в другую.

## **ИСТОРИЯ ФИЗИКИ**

# ВКЛАД М.В.ОСТРОГРАДСКОГО В ФОРМИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ФИЗИКИ

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст.: К.О. Балашов, А. Ятченко*

*Рук.: ст. пр. Т.В. Свитенко-Краснокутская*



Жизнь украинского ученого Михаила Васильевича Остроградского (1801 - 1862) совпадает с периодом, когда применение дифференциальных методов вычислений расширило возможности математики в описании физических явлений. Научная работа этого ученого известна на весь мир. В.М.Остроградский является одним из всемирно-признанных основоположников математической физики и аналитической механики. Неоднократно на конференциях и симпозиумах темой обсуждения является его научное и педагогическое наследие.

Михаил Васильевич Остроградский родился 24 сентября 1801 года в деревне Пашенной Кобелякского уезда Полтавской губернии в семье небогатого помещика. Где и жил до 18 лет с родителями, двумя братьями (Осипом и Андреем) и двумя сестрами (Еленой и Марией).

Уже в раннем детстве проявлял редкую наблюдательность и подвижность. Он любил измерять размеры игрушек и других предметов, глубину ям и колодцев. С этой целью у него в кармане постоянно был шнурок с привязанным камнем.

В 1809, когда Остроградскому было восемь лет, его отдали в Полтавскую гимназию, поместив его в существовавший в ней пансион, называвшийся "домом воспитания бедных дворян". Одновременно с определением в гимназию. Но гимназия не пробудила у него интереса к науке.

Особого внимания заслуживает период жизни и учебы Остроградского именно в Харькове. В 1817 году Остроградский поступил на физико-математическое отделение Харьковского университета, где он знакомится и попадает под влияние преподавателя математики профессора А.Ф.Павловского и ректора университета профессора Т.Ф. Осиповского,

которые смогли увлечь Михаила Васильевича занятием наукой. Именно в Харькове и возник интерес ученого к задачам механики, математической физики и небесной механике. Но стать выпускником Харьковского университета Остроградскому не удалось. После окончания Харьковского университета он получил аттестат о прохождении трехгодичного курса обучения в университете. На этом Михаил Васильевич Остроградский не прекратил учебу, 1820 году он успешно сдал экзамены и был представлен ректором, профессором Осиповским, к степени кандидата. Однако ученой степени Остроградский не получил, и причиной тому послужила острая идейная борьба, развернувшаяся в Харьковском и других университетах России, университетах России, вызванная наступлением реакции в последние годы царствования Александра I. На основе этого в институте возникает острая борьба двух лагерей: реакционного и прогрессивного. Реакционный лагерь возглавляет попечитель учебного округа Карнеев, и этой позиции также придерживались министр и другие влиятельные лица. Прогрессивный же возглавил ректор Харьковского университета Т.Ф. Осиповский. Остроградский тоже примкнул к прогрессивному: он был сторонником и ближайшим учеником Осиповского.

Из-за многочисленных доносов и враждебного отношения Карнеева к Осиповскому, в 1821 году он, Осиповский, был освобожден от должности ректора и профессора университета. Удар, нанесенный по Осиповскому, пал также и на его ближайшего ученика – М.В. Остроградского, он вынужден был уехать продолжать обучение в Париж.

В 1822 году начинается парижский период в становлении М.В. Остроградского как ученого. Он посещал лекции на факультете наук Парижского университета, в Политехнической школе во Французском колледже, в которых преподавали известные ученые того времени, общался с Лапласом, Пуассоном, Коши, Ампером, Гей-Люссаком. Оказавшись в мощном творческом коллективе, молодой Остроградский быстро изучил новые методы французской математической школы. Уже через два года после прибытия в Париж Коши. В мемуарах «Об определенных интегралах, взятых между мнимыми пределами» с похвалой отзывался об исследованиях Остроградского, посвященных вычислению интегралов. Он писал: «Наконец, один русский молодой человек, одаренный большой проницательностью и весьма искусный в вычислении бесконечно малых, Остроградский, прибегнув также к употреблению тех же интегралов и к преобразованию их в обыкновенные, дал новое преобразование их в обыкновенные, дал новое доказательство формул, мною выше упомянутых, и обобщил другие формулы, помещенные мною в 19-й тетради Политехнической школы. Остроградский любезно сообщил мне главные результаты своей работы». А у Лапласа Остроградский был принят как член семьи.

В 1824-1827 гг. он представил Академии наук в Париже несколько замечательных мемуаров на французском языке. В “Замечаниях об определенных интегралах” (1824) он дал вывод незадолго перед тем опубликованной Коши формулы для вычета функции относительно полюса  $n$ -го порядка, вывод, по сути дела совпадающий с принятым ныне. В “Доказательстве одной теоремы интегрального исчисления” (1826) он разработал весьма важную составную часть общего метода разделения переменных для интегрирования уравнений математической физики.

В том же году Остроградский подготовил “Мемуар о распространении волн в цилиндрическом бассейне”, где развил исследования Коши и Пуассона, изучивших движение малых волн в бассейне бесконечной глубины и не ограниченном стенками. А год спустя - “Мемуар о распространении тепла внутри твердых тел”. Из них только работа по гидродинамике увидела свет в издании Парижской Академии, другие же остались в ее архиве. Но и не опубликованные тогда его открытия по математической физике оказали существенное влияние на развитие математики. Основные результаты вошли в последующие печатные труды самого Остроградского; кроме того, в рукописи или в устном изложении самого Остроградского с ними ознакомились тогда же или вскоре Коши, Пуассон и другие.

Перечисленные работы показывают, что Остроградский впервые же годы парижской жизни не только полностью овладел новейшим аппаратом анализа и механики, но существенно развил его и мастерски применил к решению, как общих актуальных проблем, так и частных трудных задач.

В 1828 году Остроградский покинул Париж и переехал в Петербург. Русские ученые внимательно следили за его успехами и с нетерпением ждали возвращения. Сразу же после приезда М.В.Остроградского в Петербург началась его плодотворная работа в Академии наук и кипучая педагогическая деятельность. Вскоре он представил петербургской академии одну за другой три работы: «Заметку об интеграле, встречающемся в вычислении притяжения сфероидов», «Заметку об определенных интегралах», «Заметку по теории теплоты». В этом же году Остроградский был избран на должность адъюнкта Академии, на которой проработал свыше 30 лет. В следующем году Михаил Васильевич опубликовал в изданиях Академии еще три работы: по механике, по теории теплоты и об интегрировании уравнений теории упругости. В том же году он начал чтение в Академии курса небесной механики, который впоследствии был издан и получил высокую оценку Пуассона и Арагона.

С этого момента жизнь Остроградского была полна творческих удач, и деятельность его отмечалась рядом почетных званий. Однако следует отметить, работая в смежных областях науки, М.В.Остроградский и его



иностранные коллеги нередко публиковали почти одновременно мемуары на близкие темы и получали почти идентичные результаты. Это обстоятельство привело к тому, что бесспорный приоритет Остроградского во многих случаях незаслуженно забыт и полученные им результаты связываются как в иностранной, так и в отечественной литературе с другими именами.

Особого внимания заслуживает вклад Остроградского в развитие механики. В частности, наряду с Гамильтоном и К.Якоби, он является творцом общих принципов аналитической механики и вместе с ними завершает важный этап в развитии этой науки. Первой его работой было описание движения снаряда, как вращающегося твердого тела. В ней рассматриваются не только теоретические, но и практические аспекты. В 1854 году была опубликована работа по теории удара, в которой рассматривался общий метод нахождения изменения скоростей точек.

Остроградский оказал значительное влияние на развитие математики и механики. Он, в частности, подготовлял условия для создания математической школы, организованной Чебышевым, и сам основал русскую школу механики. К его исследованиям примыкают многие последующие работы по математической физике, по теории интегрирования иррациональных функций, по теории кратных интегралов и даже по теории вероятностей, которыми он сам занимался немного. Прямыми учениками Остроградского были создатель теории автоматического регулирования И. А. Вышнеградский (1831-1895), автор классических исследований по теории трения и влияния на него смазки и по теории механизмов Н. П. Петров (1822-1889) и другие. Все перечисленные математики вышли из Главного педагогического института, где Остроградский преподавал с 1832 по 1859 г. Научные заслуги Остроградского были высоко оценены и за рубежом. Он был избран членом-корреспондентом французской Академии наук в 1856 г., а еще ранее членом Американской академии наук и академий в Турине и в Риме.

Диапазон научной деятельности Михаила Васильевича Остроградского очень широк. Он стремился охватить единым математическим аппаратом буквально все известные тогда физические явления. Скончался Остроградский 20 декабря 1861 (1 января 1862.)

Данная работа посвящена 205-летию со дня рождения знаменитого украинского ученого.

Литература:

1. Брылевская Л.И. «Миф об Остроградском: правда и вымысел»
2. Собрание сочинений//Лекции по аналитической механике.-М., 1946.-том I, часть 2.

## **ЗАКОН ИНЕРЦИИ. ГАЛИЛЕО ГАЛИЛЕЙ И РЕНЕ ДЕКАРТ**

**Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»**

**Ст. О. Харитонов**

**Рук: доц. С.Д. Гапченко , доц. М.В. Лебедева**

Традиционно, начиная с И. Ньютона, считается, что Галилео Галилей (1564-1642 гг.) – итальянский механик, астроном и физик – практически вплотную подошел к формулировке **закона инерции** – первого закона Ньютона. Однако анализ литературных источников показывает, что воззрения Галилей на инерцию далеко неоднозначны. Так в «Послании к Инголи» он пишет, что «степень скорости, обнаруживаемая телом, нерушимо лежит в самой его природе, в то время как причины ускорения и замедления являются внешними». В своем труде «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению» Галилей указывал, что если телу сообщить некоторую скорость в горизонтальной плоскости, то при отсутствии внешних воздействий, вызывающих его ускорение или замедление, тело будет двигаться в этом направлении, т.е. прямолинейно равномерно. С другой стороны, считая, как и древнегреческие натурфилософы атрибутом хорошо упорядоченного мира идеальное круговое движение, он считал возможной только *круговую инерцию*. Смысл этого понятия состоял в том, что в отсутствие действия каких-либо сил тело может продолжать движение по окружности. Он писал: «...но я пойду дальше и скажу, что если небесные тела по природе своей должны двигаться каким-либо движением, то таковым может быть только движение круговое; но невозможно, чтобы природа дала какому-либо из входящих в нее тел наклонность двигаться по прямой». В «Диалоге о двух важнейших системах мира» ученый Сальвиати, выражая мысли Галилея, говорит: «...после того, как достигнуто наилучшее распределение и размещение, невозможно, чтобы в телах оставалась естественная склонность к прямолинейному движению, в результате которого получилось бы только отклонение от надлежащего и естественного места, т.е. внесение беспорядка. Итак, мы можем сказать, что прямолинейное движение может доставлять материал для сооружения, но раз последнее готово, то оно или остается неподвижным, или, если и обладает движением, то только круговым». Таким образом, в небольших, земных, масштабах тела движутся по прямым, но, поскольку Земля имеет форму шара, «горизонтальная плоскость», в которой осуществляется движение тела, оказывается, в конечном счете, параллельной земной поверхности. Нельзя представить себе такое движение, которое происходило бы вечно по прямой линии, - Земля и планеты движутся вокруг Солнца по круговым орбитам без видимого

воздействия на них внешних сил, поэтому, утверждал Галилей, круговое движение следует считать естественным. Создается впечатление, что Галилей придерживался принципа инерции в «земной» механике, но не был столь последователен в небесной механике. Известный историк Н.И. Идельсон писал, что их этих слов видно, «как далек был Галилей от принципа прямолинейного движения по инерции».

Вместе с тем представление о прямолинейном равномерном движении тел по инерции красной нитью пронизывает работы по механике Рене Декарта (1596-1650 гг.) – французского ученого - философа, механика, физика, математика и физиолога. Наиболее полно вопрос о механическом движении и об инерции рассматривается во второй части его «Начал философии». Первый закон природы, по Декарту, состоит в том, «...что всякая вещь в частности, поскольку она проста и неделима, продолжает по возможности пребывать в одном и том же состоянии и изменяет его не иначе, как от встречи с другими». Второй закон природы, согласно Декарту, гласит: «...каждая частица материи в отдельности стремится продолжить дальнейшее движение не по кривой, а исключительно по прямой, хотя некоторые из этих частиц бывают вынуждены от нее отклоняться, встречаясь на своем пути с иными частицами, а также потому как было сказано раньше, при всяком движении образуется круг, или кольцо, из всей одновременно движущейся материи». В «Трактате о свете» (7 глава) он писал: «В виде третьего правила я прибавлю, что хотя при движении тела его путь чаще всего представляется в форме кривой и что хотя невозможно произвести, как это было сказано, ни одного движения, которое не было в каком-либо виде круговым, тем не менее каждая из частиц тела по отдельности всегда стремится продолжать его по прямой линии. И, таким образом, их действие, т.е. склонность, которую они имеют к движению, отличается от их движения». В качестве примера он рассматривает вращение камня в праще. Выскочив из пращи, камень не только летит прямо, но и, находясь в ней, давит на середину пращи и заставляет натягиваться веревку. «Это совершенно ясно указывает, - пишет Декарт, - что камень все время имеет склонность двигаться по прямой линии и что по кругу он идет только по принуждению. ...Из всех движений только одно движение по прямой совершенно просто». Эта формулировка по своей полноте значительно превосходило понятие инерции, предложенное Галилеем, которое ограничивалось движением в плоскости и в конечном счете сводилось к равномерному движению по окружности.

## **УКРАИНСКИЙ ФИЗИК И.П. ПУЛОЙ** **(ИЗ ИСТОРИИ ОТКРЫТИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ)**

*Национальный технический университет*

## *«Харьковский политехнический институт»*

*Ст.: А.С. Ковардин*

*Рук.: ст. пр. Т.В. Свитенко-Краснокутская*



Общеизвестно, что в 1901г. немецкий физик Вильгельм Конрад Рентген получил первую в мире Нобелевскую премию в области физики за открытие X-лучей, называемых рентгеновскими лучами. Обнаружение «чудо» лучей Рентгеном произошло 8 ноября 1895г. Но современные исследования доказывают, что открытие этих лучей произошло намного раньше. 40 лет до указанной даты шли опыты

с катодной трубкой, свечение

**П.И. Пулюй** люминофоров было замечено многими экспериментаторами. Например, первые снимки в катодных лучах были сделаны в 1884г. в Баку, а к 1890г. украинский профессор Иван Павлович Пулюй получил фотографии скелета лягушки и детской руки, называемые рентгенограммами, а сам ученый называл их «пулюеграммами». Снимки отличались особой четкостью. Этого И.П. Пулю удалось достичь благодаря особой конструкции фосфоресцентной лампы, в которой впервые в мировой практике применялся антикатод, ставший впоследствии неотъемлемой частью рентгеновских трубок. Эти снимки были напечатанными в журналах Европы. Так что вопрос о приоритете в открытии рентгеновских лучей остается спорным до сих пор.

Доказано, что уже в 1881г. И.П. Пулюй изучал природу катодного излучения и создал лампу, в которой использовались неизвестные ранее лучи. В 1882г. украинский ученый сконструировал «рентгеновскую трубку» - «лампу Пулюя». В. Рентгену работы И.П. Пулюя были известны от самого исследователя - они оба работали в лаборатории проф. А. Кундта в Страсбурге, переписывались. Более того, И.П. Пулюй сам поделился с В. Рентгеном своими наблюдениями, желая подкрепить свои выводы мнением ученого, однако тот отнесся к идее «скептически». Через два года И.П. Пулюй переехал в Прагу и занялся электротехникой, приостановив работу над X-лучами. Тем не менее, 28 декабря 1895г. В. Рентген публикует «свое» открытие X-лучей. На тридцати страницах он отпечатал брошюру и разослал ее ведущим физикам Европы. В марте 1896г. была опубликована вторая статья, в мае 1897г. - третья без упоминания имени И.П. Пулюя. Несмотря на то, что между первой и второй публикациями В. Рентгена, вышли в свет две основательные статьи проф. И.П. Пулюя по его собственным материалам исследований X-лучей, В. Рентген настаивал на своем случайном открытии.

По мнению исследователей научного наследия украинского ученого, в понимании происхождения новых лучей и их природы он был намного ближе к современным представлениям, чем Рентген, в лаборатории которого было даже строго запрещено употребление слова «электрон». Вот так наука «наказала» нашего соотечественника за медлительность. Следует отметить, что при получении Нобелевской премии, В. Рентген не стал выступать с обязательным для лауреата докладом.

Иван Павлович Пулюй (Пульгуй) родился в Гримайлове на Тернопольщине (1845г.) в религиозной греко-католической семье. С отличием окончил гимназию в Тернополе. В 1864г. поступил на теологический факультет Видненского университета, посещал лекции по математике, физике, астрономии. После окончания университета - ассистент кафедры экспериментальной физики, затем ассистент - преподаватель кафедры физики, механики и математики Военно-морской академии в Хорватии. В Страсбурге (1875) изучал электротехнику, с отличием защитил диссертацию и получил степень доктора философии по специальности - физика. В 1902г. стал первым деканом первого в Европе электротехнического факультета.

Исследования X-лучей были не единственным научным интересом проф. И.П. Пулюя. Ученые особенно отмечают работы И.П. Пулюя в области молекулярной физики и электротехники. Он исследовал неоновый свет с целью усовершенствования нитей накаливания для осветительных ламп. Отмечают, что его лампы были лучше ламп Эдисона. Ряд промышленно-развитых стран запатентовали предложенную И.П. Пулюем конструкцию телефонных станций и аппаратов, защищенных от сильных электрических токов, распределительного трансформатора. Впервые в Европе он создал электростанцию в Праге, работавшую на переменном токе. Большая его заслуга в запуске электростанций на постоянном токе в Австро-Венгрии. Ученый пользовался авторитетом среди промышленников и общественных деятелей. И.П. Пулюй написал учебники по геометрии, электричеству, ряд научных работ, в том числе «О трении воздуха и электрическом свечении материи», научно-популярную книгу «Непропаща сила». Умер Иван Павлович Пулюй в 1918г., похоронен в Праге. Научное наследие И.П. Пулюя уже возвращается на Родину.

## **ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ – ФИЛОСОФСКИЙ ФУНДАМЕНТ ФИЗИКИ**

***Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»***

**Ст. М.Б. Гарник**  
**Рук. доц .В.И. Белозерцева, ст. пр. А.С. Толстенко**

Изучение философии можно сравнить с вхождением в храм мудрости. Не случайно Цицерон назвал философию культурой ума. Философия-это открытая, развивающаяся система. Способом ее существования является творческий поиск, для которого нет ничего окончательно решенного, навсегда установленного.

Физика как наука появилась лишь благодаря тому, что ее создатели придерживались некоторых изначальных философских принципов.

Что же мы должны отнести к философским принципам, на которых строится физика? Во-первых, это независимость существования природы от нашего сознания; материя самодостаточна и ее законы движения не зависят ни от бога, ни от наблюдателя. Во-вторых, исследования природы должны быть основаны:

- на живом созерцании, наблюдениях;
- на точных, бесспорных фактах;
- на экспериментах;
- на вере в познаваемость природы;

С давних времен философы и ученые пытались разгадать тайны природы, используя для этого как можно меньше обобщающих понятий. Среди выдающихся физиков и астрономов особое место занимают Ньютон, Максвелл и Эйнштейн - ученые, которые достигли наибольших успехов в познании законов природы.

Достижения физики XIX-XX вв. значительно повлияли на конкретные представления о смысле таких философских категорий, как пространство и время. Да, пространство и время органически связаны, и эта связь отражается в теории относительности.

Теория относительности связала в высшем единстве классическую механику и электродинамику, и пересмотрела понятия и положения, относящиеся к длине и длительности, к массе, энергии, импульсу и т.д.

Известно, что три столетия назад Ньютон разгадал природу земного притяжения и объединил его с небесной гравитацией. Два столетия после Максвелл объединил силы электричества и магнетизма, показав, что свет есть проявлением такого единства. В 1905 г. Эйнштейн объединил понятие пространства и времени, а через одиннадцать лет показал, что ньютоновская гравитация является проявлением этого объединения, а именно описывается кривизной единого пространственно-временного многообразия. Так наука обогатилась двумя гениальными открытиями - специальной теорией относительности (СТО), изучающей движения тел в плоском пространстве и

общей теорией относительности (ОТО), изучающей движение в искривленном пространстве.

Теория относительности Эйнштейна доказала, что в реальном физическом мире пространственные и временные интервалы меняются при переходе от одной системы отсчета к другой. Свойства пространства и времени изменяются от точки к точке и от момента к моменту.

Расщепление на пространство и время, которое происходит по-разному при различных скоростях движения, осуществляется так, что пространственно-временной интервал, т.е. совместное пространство-время, всегда сохраняется.

Необходимо заметить, что пространство-время-это уже не абсолютно математическое пространство, а полностью конкретное физическое, которое описывается неевклидовой геометрией.

Геометрия пространства-времени определяется характером поля тяготения, которое в свою очередь, определено взаимным расположением тяготеющих масс.

Пространство-время нашего мира имеет 4 измерения: три из них характеризуют пространство и одно – время.

Содержанием теории относительности является физическая теория пространства и времени, учитывающая существующую между ними взаимосвязь геометрического характера.

Сегодня трудно себе представить развитие науки без этих открытий, которые стали основой современного научного мировоззрения, породили новые направления физики и астрономии, в частности релятивистскую астрофизику и космологию. Теория относительности является основой построения систем отсчета на Земле и в космическом пространстве.

Известно, что 2005 г. Организация Объединенных Наций по вопросам образования и культуры (ЮНЕСКО) объявила Всемирным (Международным) годом Физики. Это приурочено к 100-летию со времени выхода в свет первой работы Альберта Эйнштейна по теории относительности.

Поэтому философские и исторические аспекты создания науки о пространстве и времени, рассматривающиеся в работе, актуальны и по сей день.

## **Л.В. ШУБНИКОВ И ФИЗИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР**

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. С.В. Ефименко*

*Рук. доц. В.И. Белозерцева, ст. пр. А.С. Толстенко*

Физика низких температур – область физики, изучающая свойства вещества при температурах вблизи абсолютного нуля. В этих условиях тепловое движение частиц вещества максимально ослаблено и доступными для наблюдения становятся явления, происходящие лишь при малых энергиях возбуждения макроскопических систем, когда приобретает существенную роль квантовый характер законов движения микрочастиц.

История становления и развития физики и техники низких температур в нашей стране связана с именем Льва Васильевича Шубникова (1901-1945), руководителя (1931-1937) первой в нашей стране криогенной лаборатории, организованной им в Украинском физико-техническом институте (в Харькове), талантливого физика-экспериментатора.

Первая в мире криогенная лаборатория была создана в Лейдене еще в 1883г. А уже в начале 30-х годов в Харькове, в одном из старейших университетских центров (УФТИ), располагающим большим отрядом гуманитарной, естественно научной и технической интеллигенции с давними традициями. За кратчайшее время было создано уникальное криогенное оборудование, не уступающее лучшим зарубежным образцам. Харьковская криогенная лаборатория стала четвертой в мире после Лейдена, Берлина и Торонто.

Еще будучи в Лейдене, Л.В. Шубников интересовался возможностью работы в УФТИ. Не удивительно поэтому, что вскоре после возвращения из Лейдена он принял предложение И.В. Обреимова. Первые научные работы Шубникова были по выращиванию металлических монокристаллов, исследованию пластической деформации и упрочнению кристаллов (совместно с И.В. Обреимовым).

В 1930г. совместно с нидерландским учёным В. де Хазом Шубников открыл явление периодического изменения сопротивления Висмута в зависимости от магнитного поля при низких температурах (Шубникова - де Хааза эффект). Л.В. Шубников изучал магнитные свойства сверхпроводников и сплавов, температурный ход теплоёмкостей при низких температурах, осуществил переход из парамагнитного в антиферромагнитное состояние.

## **ВОЗДУШНЫЙ КОНДИЦИОНЕР ДЛЯ КОМПЬЮТЕРА НА ТЭМ ПЕЛЬТЬЕ**

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. А.В. Ментий*

*Рук. доц. В.И. Белозерцева, асс. И.А. Корж*



Традиционные воздушные системы охлаждения ПК почти исчерпали свои возможности. Возможные альтернативные системы охлаждения, кроме жидкостных, распространение получают системы охлаждения на основе термоэлектрических модулей Пельтье.

Эффект Пельтье относится к термоэлектрическим явлениям и заключается в том, что если через контакт двух разнородных проводников пропустить электрический ток, то в контакте происходит или поглощение, или выделение тепла в зависимости от направления тока. Величина выделяемого (поглощаемого) тепла зависит от вида контактирующих проводников, силы тока и времени его прохождения.

Причина выделения (поглощения) теплоты Пельтье в том, что электроны при движении в проводниках переносят не только заряд, но и потенциальную и кинетическую энергию, т.е. при наличии тока в проводнике существует поток энергии. При той же плотности электрического тока плотности потоков энергии в различных проводниках различны, т.о. энергия, втекающая в контакт и энергия, вытекающая из контакта проводников в единицу времени различны.

Принцип работы термоэлектрических модулей Пельтье (ТЭМ): ТЭМ представляет собой массив полупроводников  $p$ - и  $n$ -типов, последовательно соединенных между собой медными проводниками. Допустим, ток направлен от полупроводника  $n$ -типа к полупроводнику  $p$ -типа. Двигаясь по замкнутому контуру, на первом переходе (медь — полупроводник  $p$ -типа) происходит рекомбинация дырок и электронов, что сопровождается выделением энергии, на следующем переходе (полупроводник  $p$ -типа — медь) происходит поглощение энергии, область вблизи границы перехода охлаждается. Переходы в элементарном термоэлектрическом элементе Пельтье расположены таким образом, чтобы нагревающиеся находились в одной плоскости, а охлаждающиеся — в другой. В воздушных кондиционерах для ПК термоэлектрический модуль Пельтье применяется для охлаждения воздушного потока, поступающего внутрь системного блока, воздушный кондиционер не заменяет традиционные системы охлаждения, а дополняет их, позволяя создавать более эффективную систему теплоотвода в целом.

## **ОРГАНИЧЕСКИЕ ДИСПЛЕИ**

*Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»*

*Ст. Е.В. Козловская, К.Ю. Кузьменко*

*Рук. асс. И.А. Корж*

Светоизлучающие органические материалы позволяют создавать более яркие и эффективные, более удобные и качественные дисплеи, чем дисплеи на обычных светодиодах.

Поскольку органические светодиоды (ОСД) сами излучают свет, они требуют значительно меньших затрат энергии, чем дисплеи на жидких кристаллах, для которых необходима подсветка. ОСД не нуждаются в кристаллической структуре, поэтому их проще производить. Для получения более четкого изображения материалы, соответствующие разным цветам, наносятся тонкими слоями на стекло, гибкий пластик или металлическую фольгу. В настоящее время срок службы органических светодиодов меньше, чем у традиционных, что затрудняет их использование в качестве индикаторов. Однако уже сейчас яркость ОСД-экранов достигает 100 кд/м<sup>2</sup>, а срок их службы при постоянном использовании составляет несколько лет.

Органические светодиоды гораздо проще в изготовлении, потребляют меньше энергии и могут быть нанесены на недорогие подложки, включая гибкий пластик и металлическую фольгу. Общая толщина нанесенных нескольких слоев органического напыления составляет от 100 до 150 нм, используемые материалы относятся к низкомолекулярным ОСД. Для большей эффективности добавляют к эмитирующему материалу - тригидроксифинолу алюминия - небольшое количество подкрашенного флуоресцентного кумарина. Энергия, выделяющаяся при рекомбинации дырок и электронов, передается флуоресцентному слою, который излучает значительно больше света.

Разновидность органических источников света – светоизлучающие крупномолекулярные полимеры, известные как полимерные светодиоды (ПСД). Полимеры имеют преимущество по энергопотреблению, т.к. высокая электрическая проводимость полимерных слоев позволяет снизить управляющее напряжение. По качеству изображения ОСД-экраны не уступают катодным трубкам и жидкокристаллическим матрицам. Плотность расположения цветковых триад более 40 на 1 см, чтобы глаз не мог различить составляющие их красный, зеленый и синий элементы; эмитирующий слой наносится путем испарения через теньевую маску, погрешность смещения не более 10 мкм.

## **РОССИЙСКИЙ НОБЕЛЕВСКИЙ ЛАУРЕАТ АЛФЕРОВ.**

*Национальный технический университет  
"Харьковский политехнический институт"*

*Ст. И. С. Лавриненко*

*Рук.: доц. Н. Б. Фатянова,*

## *ст. преп. Т.В. Свитенко-Краснокутская*

Жорес Иванович Алфёров родился в белорусском городе Витебске. После 1935 года семья переехала на Урал, в г. Туринск, где Алфёров учился в школе с пятого по восьмой классы. 9 мая 1945 года его отец, Иван Карпович Алфёров, получил назначение в Минск, где Жорес Иванович окончил мужскую среднюю школу №42 с золотой медалью. Он стал студентом факультета электронной техники (ФЭТ) Ленинградского электротехнического института (ЛЭТИ) им. В.И. Ульянова по совету школьного учителя физики, Якова Борисовича Мельцерсона. На третьем курсе Алфёров пошел работать в вакуумную лабораторию профессора Б.П. Козырева.

В 1953 году, после окончания ЛЭТИ, Алфёров был принят на работу в Физико-технический институт в лабораторию В.М. Тучкевича. При участии Алфёрова были разработаны первые отечественные транзисторы и силовые германиевые приборы. За это он получил первую правительственную награду.

В те годы была высказана идея использования в полупроводниковой технике гетеропереходов. Создание совершенных структур на их основе могло привести к качественному скачку в физике и технике. В то время во многих журнальных публикациях и на различных научных конференциях неоднократно говорилось о бесперспективности проведения работ в этом направлении, т.к. многочисленные попытки реализовать приборы на гетеропереходах не приходили к практическим результатам. Причина неудач крылась в трудности создания близкого к идеальному переходу, выявлении и получении необходимых гетеропар.

Для идеального гетероперехода подходили GaAs и AlAs, но последний почти мгновенно на воздухе окислялся. Значит, следовало подобрать другого партнера. И он нашелся тут же, в институте, в лаборатории, возглавляемой Н.А. Горюновой. Им оказалось тройное соединение AlGaAs. Так определилась широко известная теперь в мире микроэлектроники гетеропара GaAs/AlGaAs. Ж.И. Алфёров с сотрудниками не только создали в системе AlAs – GaAs гетероструктуры, близкие по своим свойствам к идеальной модели, но и первый в мире полупроводниковый гетеролазер, работающий в непрерывном режиме при комнатной температуре.

Открытие Ж.И. Алфёровым идеальных гетеропереходов и новых физических явлений – «суперинжекции», электронного и оптического ограничения в гетероструктурах – позволило также кардинально улучшить параметры большинства известных полупроводниковых приборов и создать

принципиально новые, особенно перспективные для применения в оптической и квантовой электронике.

С использованием разработанной Ж.И. Алфёровым в 70-х годах технологии высокоэффективных, радиационностойких солнечных элементов на основе AlGaAs/GaAs гетероструктур в России было организовано крупномасштабное производство гетероструктурных солнечных элементов для космических батарей.

Таким образом, исследования Ж.И. Алфёрова заложили основы принципиально новой электроники на основе гетероструктур с очень широким диапазоном применения, известной сегодня как «зонная инженерия».

10 октября 2000 года по всем программам российского телевидения сообщили о присуждении Ж.И. Алфёрову Нобелевской премии по физике за 2000 год.

Жорес И. Алфёров открыл и развил быстрые опто- и микроэлектронные компоненты, которые создаются на базе многослойных полупроводниковых гетероструктур.

Гетеролазеры передают, а гетероприемники принимают информационные потоки по волоконно-оптическим линиям связи. Гетеролазеры можно обнаружить также в проигрывателях CD-дисков, устройствах, декодирующих товарные ярлыки, в лазерных указках и во многих других приборах.

На основе гетероструктур созданы мощные высокоэффективные светоизлучающие диоды, используемые в дисплеях, лампах тормозного освещения в автомобилях и светофорах. В гетероструктурных солнечных батареях, которые широко используются в космической и наземной энергетике, достигнуты рекордные эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую.

При вручении Нобелевской премии существует традиция, когда на банкете, который устраивает король Швеции в честь Нобелевских лауреатов (на нем присутствуют более тысячи гостей), предоставляют слово только одному лауреату от каждой "номинации". В 2000 году Жорес Иванович Алфёров был удостоен чести выступить на этом банкете. И он выступил блестяще.

## **ФИЗИКА И ЭНЕРГЕТИКА БУДУЩЕГО**

***Харьковский национальный технический университет***

***«Харьковский политехнический институт»***

***Ст. С.В. Сердюк, В.Е. Сердюк,***

***И.С. Башмаков, И.В. Филимонова***

***Рук. доц. Л.Г. Петренко, ст.пр. А.С. Толстенко***

Уровень материальной и духовной культуры людей находится в прямой зависимости от количества энергии, имеющейся в их распоряжении. Учёные и изобретатели в течение последних двух столетий разработали многочисленные способы производства энергии, в первую очередь, электрической. Однако неумолимые законы природы утверждают, что получать энергию, пригодную для использования, можно только за счёт её преобразования из других форм. Вечные двигатели, к сожалению, невозможны. Сегодня два из каждых трёх произведенных киловатт-часов электроэнергии получают способом, которым пользовался первобытный человек – сжиганием топлива. Способы сжигания топлива стали намного сложнее и совершеннее, однако, его запасы не бесконечны. Чтобы создать эти запасы, природе потребовались миллионы лет, а израсходовать их можно в течение нескольких столетий.

Данные [1,2] свидетельствуют о том, что в структуре энергоресурсов преобладают органические топлива. Соотношение между ними меняется.: в 1930 г. основным энергоресурсом был уголь, нефти потреблялось в 5 раз меньше, а природный газ составлял ничтожную долю, в 1975 г. доля потребления нефти стала в два раза больше, чем угля, а доля природного газа - возросла почти в пять раз. То есть структура энергоресурсов неуклонно меняется в сторону увеличения доли природного газа на тепловых электростанциях (ТЭС) и резкого возрастания электроэнергии, вырабатываемой на атомных электростанциях (табл.1).

Структура энергоснабжения и в дальнейшем будет изменяться. Должно сократиться использования нефти и, несмотря ни на что, существенно возрасти производство электроэнергии на атомных электростанциях. Всё большее внимание учёных и инженеров всего мира занимает поиск новых нетрадиционных источников, использующих энергию воды и ветра, океанских приливов и отливов, геотермальных вод, Солнца. Учёные ищут способы воспроизвести на Земле процессы термоядерного синтеза, являющиеся источниками энергии звёзд, в том числе, и Солнца.

Таблица 1

Электростанции		1973г.		2001г.	
		W, ТВт·час	%	W, ТВт·час	%
ТЭС на:	угле	2342	38,3	5989	38,7
	нефти	1511	24,7	1161	7,5
	природн.газе	740	12,1	2832	18,3
АЭС		202	3,3	2646	17,1
Гидроэлектростанции		1285	21,0	2569	16,6
Другие		37	0,6	279	1,8
<b>Всего</b>		<b>6117</b>	<b>100</b>	<b>15476</b>	<b>100</b>

Темпы развития атомной энергетики в последние годы замедлились в связи с удорожанием АЭС, вызванным повышением требований к безопасности, возрастающими с каждым годом проблемами обращения с ядерными отходами. Тем не менее, в 2001 году более 17% мирового производства электроэнергии давали атомные электростанции (табл.1). Данные о производстве электроэнергии на АЭС приведены в таблице 2.

Таблица 2

Страна	Установлен. мощность, ТВт	Производство электроэнергии на АЭС в 2001г.		
		ТВт·час	% миров.	% национ.
США	95	808	30,3	21
Франция	63	421	15,9	77
Япония	44	320	12,1	31
ФРГ	21	171	6,4	30
Россия	21	137	5,2	15
Канада	14	77	2,9	13
Южная Корея	13	112	4,2	40
Великобритания	12	90	3,4	23
Украина	11	76	2,9	44
Швеция	9	72	2,7	45
Другие страны	53	369	13,8	9
<b>Всего</b>	<b>356</b>	<b>2653</b>	<b>100</b>	<b>17</b>

В Украине запасы угля, нефти, природного газа невелики и не могут обеспечить существующее энергопотребление без закупки этих энергоносителей за рубежом. Поэтому несомненно, что АЭС будут играть всё большую роль в энергообеспечении Украины. Запасы урана в Украине, если сравнивать их с запасами угля, не столь уж велики. Но уран в расчёте на единицу массы содержит в себе энергии в миллионы раз больше, чем уголь, нефть или газ. Считается, что при получении электроэнергии на АЭС нужно затратить в сто тысяч раз меньше средств и труда, чем при извлечении энергии из угля.

При нормальной работе АЭС выбросы радиоактивных веществ в окружающую среду крайне незначительны. В среднем они в 2-4 раза меньше, чем от ТЭС такой же мощности. До апреля 1986 года 400 энергоблоков, работавших в мире и дававших более 17% электроэнергии, увеличили природный фон радиоактивности не более, чем на 0,02%. После 1986 года главную экологическую опасность АЭС стали связывать с возможностью аварий. Хотя вероятность их на современных АЭС невелика, но в результате аварии на четвёртом блоке Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглась территория в радиусе более 2 тысяч километров, охватившая более 20 государств. После Чернобыльской аварии резко замедлились темпы развития атомной энергетики. Вместе с тем человечество осознаёт, что без неё на современном этапе развития не обойтись. В настоящее время действуют более 500 атомных реакторов, около 100 реакторов находятся в стадии строительства.

Одной из важнейших проблем атомной энергетики является захоронение радиоактивных отходов. В процессе ядерных реакций на АЭС выгорает лишь 0,5-1,5% ядерного топлива. Ядерный реактор мощностью 1000МВт за год работы даёт около 60 тонн радиоактивных отходов. Часть их подвергается переработке, а основная масса требует захоронения. Технология захоронения довольно сложная и дорогостоящая. Отработанное топливо обычно перегружается в бассейны выдержки, где за несколько лет существенно снижается радиоактивность и тепловыделение. После этого производится его захоронение в шурфах на глубине 500-600 метров.

Интенсивное развитие атомной энергетики неизбежно приводит к необходимости решения целого комплекса проблем, связанных с физикой процессов, происходящих в ядерных реакторах, с технологией и особенностями конструкции самих реакторов и всего оборудования атомных электростанций. И особенно важной является забота об охране уже и так сильно повреждённой экосистемы.

Масштаб строительства новых мощных АЭС должен быть ограничен. Эти ограничения касаются, прежде всего, электростанций с реакторами на тепловых нейтронах. Более перспективными являются разработанные при участии украинских физиков и конструкторов ядерные реакторы на быстрых нейтронах (бридеры), которые позволяют в процессе выработки энергии воспроизводить ядерное горючее. Предпочтение в будущем будут иметь так называемые рассредоточенные источники энергии – малые АЭС с блоками ядерных реакторов не слишком большой мощности, но зато с высоким КПД, экологически чистые, удобные в обращении.

[1] Г.Г.Ольховский. Глобальные проблемы энергетики. Электрические станции, №1. М., 2005.

[2] Т.Эрдман. Энергетика в 21-ом веке, №4. М.: Энергия, 2004.

[3] А.И.Корнеева. Общество и окружающая среда. М.: Мысль, 1995.

**ЗНАМЕНИТЫЕ ХАРЬКОВЧАНЕ –  
АКАДЕМИК Н.П. БАРАБАШОВ**  
*Харьковский национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»,  
Харьковский национальный университет им.В.Н.Каразина  
Ст. О.А. Сошенко*  
*Рук. доц. Л.Г. Петренко, доц. А.М. Грецкий*

*"Наука – вот что даёт мне силы жить"*

*Н.П.Барабашёв*

Имя выдающегося учёного-астронома Николая Павловича Барабашова знают все харьковчане. Ему выпала удивительная судьба – жить и работать в то время, когда человек впервые шагнул в космическое пространство, когда автоматические станции передали на Землю первые снимки обратной стороны Луны, а сам человек сделал первые шаги по ней.

Родился Николай Павлович Барабашов в 1894 году. Его отец Павел Николаевич – известный в городе врач-офтальмолог, мать – музыкант. Будучи гимназистом, Николай увлёкся астрономией и посвятил ей всю свою жизнь. В пятнадцать лет одарённый юноша опубликовал во французском журнале "Астрономия" и в "Известиях Русского общества любителей мироведения" свои первые сообщения о наблюдении Луны и Марса. На эти работы обратил внимание К.Э.Циолковский. Переписка с Циолковским оказала большое влияние на развитие молодого астронома. Будучи студентом Харьковского университета, Н.П. Барабашов оборудовал на чердаке своего дома небольшую обсерваторию, где стал проводить исследования планет. В 1919 году он окончил университет и стал работать на кафедре астрономии.

С 1930 года Н.П. Барабашов возглавил работу Харьковской астрономической обсерватории. Николай Павлович максимально использовал возможности телескопов и того оборудования, которым располагала обсерватория. Он широко применил для изучения физики планет фотометрический метод. Это позволило получить важный результат – ответить на вопрос о физическом строении Луны и планет, определить плотность слоёв атмосферы Венеры и давление в атмосфере Марса, выявить наличие облаков и ветров в атмосфере планет, изучить структуру колец Сатурна. В 1935 году под руководством Н.П. Барабашова на обсерватории был создан спектрогелиоскоп - прибор, позволивший изучать солнечную активность. Этот прибор по своим параметрам был лучше американских, приобретенных для Пулковской и Ташкентской обсерваторий. Харьковский спектрогелиоскоп и в настоящее время используется в научных исследованиях.



Вклад Н.П.Барабашова в исследование физических свойств Лунной поверхности и физического планетоведения, конструирование телескопов и разработку фотометрических методов исследования был настолько велик, что в 1936 году ему было присвоено звание доктора физико-математических наук без защиты диссертации по совокупности опубликованных научных работ. А в 1948 году Николай Павлович был избран членом Академии наук УССР. По его инициативе в СССР была создана комиссия по физике планет, которую он возглавлял в течение 15 лет. Эта комиссия создала одну из необходимых предпосылок для будущего развития советской космической науки. Н.П. Барабашов участвовал в создании "Атласа обратной стороны Луны". В 1957 году был запущен 1-й искусственный спутник Земли. Коллективу обсерватории прибавилось работы - начались наблюдения за космическими аппаратами. Харьковские астрономы принимали участие в подготовке и обработке результатов практически всех советских экспериментов по изучению Луны, Марса, Венеры и кометы Галлея средствами ракетно-космической техники.

Свыше 50 лет академик Барабашов посвятил педагогической деятельности на кафедре астрономии Харьковского университета и других вузов Харькова. Первокурсников он вводил в увлекательный мир астрономии, читая им курс общей астрономии. Старшекурсники с большим интересом слушали его лекции по общей астрофизике, звёздной астрономии, физике Луны и планет. Им подготовлены десятки молодых специалистов-астрономов, многие из которых стали кандидатами и докторами наук.

Заслуги Н.П.Барабашова оценены по достоинству. Именем Барабашова названы один из кратеров на поверхности Марса и малая планета 2883. В Солнечной системе ещё 21 объект (кратеры на Луне, Марсе и Венере, малые планеты) получили имена его учеников и учителей. В Харькове имя известного учёного носят улица и станция метрополитена.

30 марта 2006 года в Харьковском национальном университете им. Н.П. Каразина праздновалась очередная годовщина со дня рождения академика Барабашова – проходили "Барабашовские чтения". Доклады были посвящены новым исследованиям Луны и комет, которые проводятся на Чугуевской наблюдательной станции, а также с помощью камеры со спутника "Клементина". На Харьковской астрономической обсерватории работают и обучают студентов бывшие ученики академика Барабашова.

[1] В.И.Езерский, К.Н.Кузьменко, В.Х.Плужников. Николай Павлович Барабашов. Земля и Вселенная, №3, 1974, с.58-61.

[2] Д.Л.Шумский. Герой социалистического труда Н.П.Барабашов. Х.: Прапор, 1971, 136с.

[3] А.И.Сластёнов. Астрономия в Харьковском университете за 150 лет. Х.:изд.ХГУ, 1955, 184с.

## **ЭТИЧЕСКИЕ И ПРАВСТВЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА**

**Харьковский национальный технический университет**  
**«Харьковский политехнический институт»,**  
**Ст. Т.П. Саламаха**  
**Рук. доц. Л.Г. Петренко**

История становления современного человека неразрывно связана с развитием техники и технологии. В доиндустриальном обществе техника представляла собой искусное ремесло. Технические умения передавались от мастера к ученику в рамках ремесленно-цеховой организации и не были достоянием всего сообщества. В индустриальном обществе место мастера занимает инженер, наиболее компетентный в техническом отношении специалист. В отличие от техников, инженер изобретает, использует научные методы, опирается не только на экспериментальную базу, но и на теорию, оценивает экономическую рентабельность изобретений. Инженерное мышление имеет тенденцию к универсализации и широкому распространению технических новшеств во все сферы человеческой жизни. Эффективное, целенаправленное использование техники возможно лишь при достаточно развитой технологии производства [1-4].

Два столетия бурного развития техники и технологий показали, что человек может сделать больше, чем он имеет на то права. Количество технологических и связанных с ними экологических катастроф возрастает. Заслоном от этих катастроф является техноэтика, включающая в себя техноэтику добродетелей, техноэтику долга, техноэтику ценностей [5-6].

Каков заслуживающий одобрения моральный облик инженера, техника, технолога? Он – рационалист, обладает набором навыков и умений, имеет склонность к изобретательской деятельности, настойчив, скрупулёзен, трудолюбив, предан своему делу, небезучастен к судьбе людей. Таким образом, инженерам свойственны добродетели, характерные для всех людей: будь честным, справедливым, лояльным к клиентам, солидарным с коллегами, не бери взяток, цени свободу и счастье. Следует различать базисные добродетели человека (справедливость, честность и т.п.) и профессиональные добродетели инженеров, техников и технологов (аккуратность, тщательность в работе и т.п.).

Тезис о моральной непогрешимости инженеров поддерживается далеко не всеми. Инженерное сообщество далеко не всегда предупреждает общественность о нежелательных последствиях использования техники [5]. Поэтому одной из первостепенных добродетелей инженера следует считать ответственность за свои действия перед обществом.

Техноэтику долга разумно сравнить с клятвой Гиппократ в медицине. Важнейшее в технической деятельности - требование "Не лги!" Это требование не фигурирует в инструкциях по технике безопасности, хотя,

конечно же, подразумевается. Но как часто этот принцип нарушается на практике. Человек мало компетентный, но недобросовестный и нечестный часто выдаёт такую "правду", которая сродни лжи. Например, сколько было сказано лжи, подписано ложных документов до и после Чернобыльской катастрофы!

В "Декларации о технике и моральной ответственности", подписанной в 1974 году в Израиле на Международном симпозиуме выдающимися учёными, инженерами и философами, утверждается, что частные, локальные интересы не могут иметь преимущества перед всеобщими требованиями людей, их стремлением к справедливости, счастью и свободе. Ни один из аспектов техники не является морально нейтральным. Недопустимо делать человека придатком машины, объектом. Каждая техническая новация должна пройти проверку на предмет того, действительно ли она способствует развитию человека как свободной творческой личности. Список максим Декларации включает тезисы относительно справедливости, счастья, свободы, ответственности, ценности личности. В последние годы к этим максимам добавились требования безопасности, экологического совершенства, здоровья человека. Список максим техноэтики расширяется.

Техноэтика ценностей включает шесть основных компонент – благосостояние и здоровье людей, их безопасность, экологическое качество, развитие личности и общества, и две, относящиеся непосредственно к технике – её функциональная пригодность и экономичность. Среди этих восьми ценностей имеются такие, которые находятся в отношении конкуренции. Так стремление к росту безопасности и экологического комфорта людей сопряжено с падением экономичности техники и человеческого материального благосостояния. Главной ценностью является развитие личности, которое составляет органическое единство с качеством общества. В связи с этим особое значение приобретает справедливость как категория ценности. Итак, тот, кто беззаботно движет технику вперёд, фактически отставая в нравственности, заслуживает порицания. Правильный призыв к инженеру и технику – "сотвори добро!" (а не просто "твори!"). Будь смелым и изобретательным, но и ответственным за свои действия.

[1] В.А.Канке. Этика. Техника. Символ. Обнинск:Обнинский институт атомной энергетики, 1996.

[2] Новая технократическая волна на Западе. М.: Прогресс, 2004.

[3] А.И.Ракитов. Философия компьютерной революции. М.: Политиздат, 2001.

[4] В.С.Стёпин, В.Г.Горохов, М.А.Розов. Философия науки и техники. М.: Контакт-альфа, 1995.

[5] Философия техники. Вопросы философии, №10, 1993, с.24-151 (подборка статей).

[6] Философия техники в ФРГ. М.: Прогресс, 1989.

Інформаційне видання

# **Актуальні проблеми фізики та їх інформаційне забезпечення**

Матеріали студентської наукової конференції

Російською та українською мовами

Під редакцією д-р ф.-м.н. **Мамалуя А.О.**

Підп. до друку 14.04 2006 р. Формат 60х84 1/16 Папір Captain  
Друк. – ризографія. Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 3,8  
Облік.-вид. арк. 4.1 Наклад 100 прим. Зам. №208 Безкоштовно.

---

Видавничий центр НТУ “ХП”. Свідоцтво ДК № 116 від 10.07.2000 р.  
61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

---

Друкарня НТУ “ХП”